Радиоаматор

Издается с января 1993 г.
№ 2 (263)
февраль 2016

Ежемесячный научно-популярный журнал
Свидетельства о регистрации:
Украина – КВ №18826-7626Р от 04.04.2012г.
Россия и СНГ – РП №268 от 25.09.1012г.

Адрес редакции:
Киев, ул. Краковская, 13А
Для писем:
а/я 50, 03110, Киев-110, Украина
тел. (044) 291-00-29
ra@sea.com.ua
http://www.ra-publish.com.ua

Издатель: Издательство «Радиоаматор»
В.В. Моторный, директор,
тел.: 291-00-31, ra@sea.com.ua,
А.М. Зиновьев, лит. ред., az@sea.com.ua
С.А. Ковалевская, подписка и реализация,
тел.: 291-00-29, svetlana@sea.com.ua
Отдел рекламы:
С.В. Латыш, тел.: 291-00-30, lat@sea.com.ua
Е.В. Фурса, тел.: 291-00-29,
моб.: (093) 603-27-25, rek@sea.com.ua

Подписано в печать: 08.02.2016 г.
Дата выхода номера: 18.02.2016 г.
Формат 60х84/8. Усл. печ. лист. 7,54
Учетн. изд. лист. 9,35.
Подписной индекс через
ДП «Пресса» – 74435, 01567
Общий тираж по странам СНГ –
12 000 экз.
Цена договорная

Отпечатано с компьютерного макета
в типографии «Аврора Принт»
г. Киев, ул. Причальная, 5,
тел.: (044) 550-52-44

Реферируется ВИНИТИ (Москва):
Журнал «Радиоаматор», Киев.
Издательство «Радиоаматор»,
Украина, г. Киев, ул. Краковская, 13А

СОДЕРЖАНИЕ

Дорогие друзья!

У вас в руках февральский номер журнала «Радиоаматор» (РА 2/2016).

Если вы не успели оформить подписку на журналы нашего издательства на год или первое полугодие этого года, то можно подписаться на наши издания с ближайшего месяца в любом почтовом отделении.

Наши подписные индексы:

- в Украине 74435 («Радиоаматор»), 22901 («Электрик») и 48727 ;
- в России и СНГ, 74435 («Радиоаматор») и 22090 («Электрик»).

Недостающие номера журналов можно приобрести через издательство. Жители Украины могут оформить подписку на наши издания на любой срок через издательство «Радиоаматор». Пишите, звоните.

Мы всегда рады видеть вас среди читателей наших изданий.

После длительного перерыва мы публикуем статью в разделе «Электроника на транспорте». Это статья нашего нового автора Максима Батурина «Реле поворотов на микроконтроллере PIC12F675».

В этом номере, как всегда, много интересной и полезной информации по усилителям, источникам питания, КВ и УКВ и многое другое.

Успехов в радиолюбительском творчестве.

Любые предложения по улучшению нашего журнала принимаются. Присылайте их в редакцию по адресу: а/я 50, 03110, Киев-110, Украина, или на электронный адрес ra@sea.com.ua.

Главный редактор журнала «Радиоаматор» Игорь Безверхний



Бюджетные усилители «Super – A» класса с выходным каскадом на биполярных транзисторах

Алексей Ковальский, г. Киев

(Продолжение. Начало см. в РА 1/2016)

Схема УМЗЧ JVC A-X 50 показана на **рис.3**. Она характерна для зарубежных усилителей конца 1970-х, начала 1980-х. Исключением является применение специализированной ИМС типа VC5022, обеспечивающей работу УМЗЧ в режиме «Super – A» (**рис.4**). В предыдущей линейке этих усилителей вместо ИМС использовался целый набор дискретных элементов, что заметно усложняло весь усилитель в целом. Обращает на себя внимание интегратор (IC361), выполненный на ОУ, в то время встречающийся сравнительно редко.

Основные характеристики полного усилителя

Номинальная выходная мощность ...... 65x2 Вт на нагрузке 8 Ом

Полоса пропускания по уровню –3 дБ ....от 3 Гц до 200 кГц

Суммарный коэффициент гармоник при номинальной выходной мощности:

в полосе частот 20 Гц–20 кГц, не более ...0,007%

на частоте 1 кГц, не более...................0,001%

Демпфирующий фактор 75

Входная чувствительность ....0,2 мВ (MC), 2,5 мВ (MM), 150 мВ (line)

Отношение сигнал/шум ....68 дБ (MC), 87 дБ (MM), 108 дБ (line)

Выход на устройство магнитной записи...150 мВ (line)

Габариты..............................435x117x365 мм

Масса ....8,6 кг

Год выпуска 1982

Методика проведения сравнительного прослушивания УМЗЧ

Она мало чем отличается от обычного прослушивания УМЗЧ. Один источник сигнала, один и тот же комплект акустики и даже один и тот же стабилизированный источник питания, используемый для всех, естественно, кроме JVC, по очереди прослушиваемых УМЗЧ. Мгновенное переключение испытуемых устройств, соответственно, отсутствовало, но в данном случае оно и не требовалось, так как разница в звучании усилителей легко и уверенно фиксировалась всеми присутствующими. В качестве источника сигнала был использован аудиоинтерфейс профессионального уровня, обеспечивающий КНИ в режиме «external loop-back» (line-out – line-in) на уровне 0,0005% (0,0006% при 16-битном разрешении сигнала, т.е. при воспроизведении стандартного CD формата).



В качестве испытательного материала использовались CD диски, файлы формата .flac, в том числе и студийные оцифровки (так называемые, «мастер-копии»), выполненные с высоким разрешением (24 бит / 96 кГц), разных жанров музыки. Надо отметить особо, что не все, что записано с высоким разрешением, звучит хорошо. И нельзя путать результат оцифровки сигнала, получаемого с помощью студийного аппарата магнитной записи звука, на котором воспроизводится оригинал студийной же фонограммы, с присутствующими в большом количестве (на разных сайтах, посвященных музыке) результатами творчества энтузиастов оцифровки дисков формата LP.

Результаты такого творчества звучат весьма скверно и в лучшем случае содержат очень достоверный образ конкретного проигрывателя LP дисков совместно с образом конкретного диска, использованных при оцифровке. Идеально фиксируются все вносимые такой связкой искажения, начиная от рокота самого проигрывателя, тресков, щелчков, вплоть до характерного поведения иглы при следовании по звуковой дорожке диска, что особенно заметного на участках, содержащих высокий уровень ВЧ составляющих. Любые попытки «улучшения» полученного таким путем «неудовлетворительного результата», производимые путем программной обработки фонограммы, приводят исключительно к значительной деградации исходного звукового образа, и итоговый результат такого действия сравним разве что с фонограммами, побывавшими на компакт-кассете и затем конвертированными в формат mp3. Тем не менее, весь этот хлам хранится и распространяется в форматах вплоть до 24 бит / 192 кГц. И пока не ясно, до каких пор все это безобразие будет продолжаться.



Схема УМЗЧ JVC AX 50

R303R307Снав - ППК

Ёмкость C315(316)
C313(314)
C371(372)
C373(374)
можно уменьшить в 2...3 раза

IC351 VC5022 - токовый шунт

Рис.3



Испытания усилителя Лайкова версия 5.1

После прочтения целой серии восторженных отзывов о «непревзойденном звучании» возникло

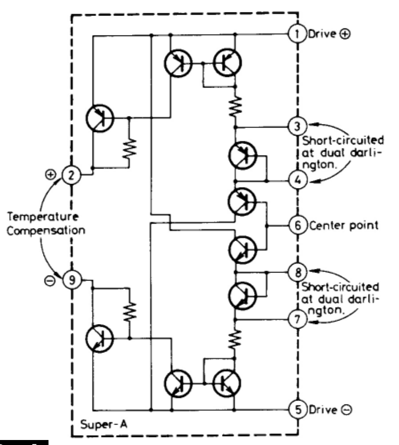


Рис.4

желание проверить концепцию и провести сравнительные испытания с уже присутствующими «в хозяйстве» прототипами данной конструкции. Для испытаний был выбран усилитель версии 5.1 (**рис.5**) как самый малогабаритный. К тому же в процессе выбора уже наметился вариант его последующего практического применения.

Усилитель очень простой. Вся его сборка, с учетом времени необходимого для изготовления печатной платы, занимает часов десять. Фактически вроде бы имеем «конструкцию выходного дня». Затраты на приобретение деталей, требующихся для сборки собственно УМЗЧ, находятся в пределах 10 USD.

Стартует усилитель, собранный из исправных деталей и без ошибок монтажа, практически сразу. Но вот тут начинают всплывать «ржавые подводные мины», «предусмотрительно» заложенные в конструкцию самим разработчиком. Одна из самых первых намечается еще до начала сборки УМЗЧ: на авторской схеме присутствует список рекомендованных для использования в усилителе ОУ. Бросается в глаза уже то, что цоколевка одного из них не соответствует разводке печатной платы и даже самой схеме. Причем упоминание об этом факте у автора вообще отсутствует.

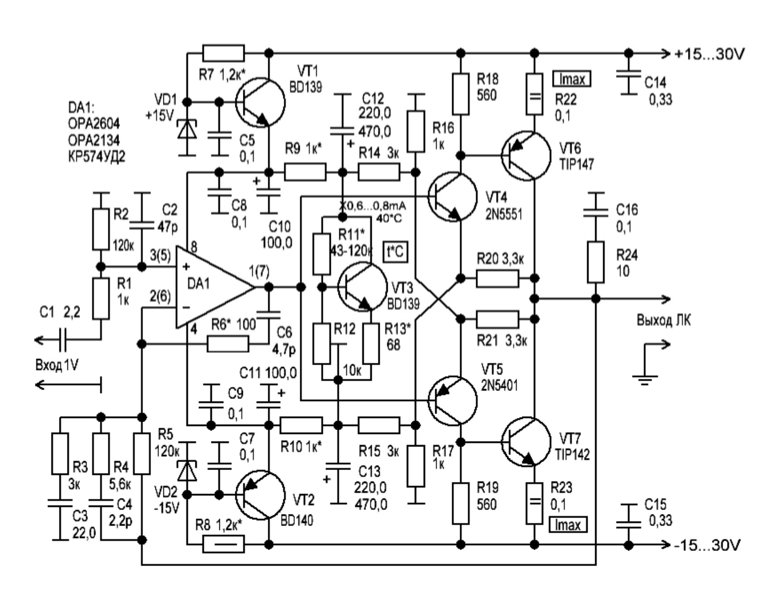
Вторая имеет следующий вид: автор даже не удосужился сам собрать и проверить то, что «изобразил на бумаге». Судя по номиналам резисторов R9 и R10 можно смело утверждать, что автором в лучшем случае был проверен и испытан только один канал, о чем, кстати, становится достоверно известно страниц эдак через двадцать-тридцать разнообразных форумных сообщений [13]. Ладно, проехали. Меняем пару резисторов и… вместо «ключика в кармане» имеем в наличии абсолютно неработоспособный узел температурной компенсации. Красивые картинки, описывающие работу данного узла, приводимые автором в описании своей конструкции [7], взяты в лучшем случае с потолка, так как абсолютно не соответствуют его реально наблюдаемому поведению. Сам УМЗЧ в итоге уходит в саморазогрев и все… дальше в том же духе можно исписать страниц двадцать.

Следует особо отметить следующее: после установки тока покоя (ТП) уже относительно отлаженного усилителя по рекомендованной автором методике все вроде бы и выглядит неплохо. Однако при повторном включении, на полностью остывших радиаторах, УМЗЧ стартует с ТП равным 7 мА и на рабочий режим самостоятельно выйти вообще не в состоянии. ТП УМЗЧ через час работы достигает аж целых 25...40 мА. Принудительная работа с большим уровнем выходного сигнала, правда, может прогреть усилитель до требуемого состояния (температура радиатора более 33°C), но это же «не серьезно». Вывод: автор по характерным допускаемым им ошибкам очень похож на Митрофанова, исходный лимит доверия к которому был полностью подорван благодаря его «феномену транзисторного звучания» [14].

Тем не менее, звучит усилитель Лайкова очень неплохо (измеренный КНИ на 1 кГц составляет 0,004%), что и заставляет искать решение для устранения обнаруженных его недостатков. Довести усилитель до относительно работоспособного состояния в итоге удалось, заменив резисторы R9 и R10 источниками тока, выполненными на подобранной паре полевых транзисторов типа КП303Е, начальный ток стока которых должен находиться в пределах 6,4...6,6 мА. Эти транзисторы оснащены небольшими трубчатыми радиаторами (**рис.6**) для устранения произвольного изменения ТП усилителя, вызванного их разогревом.

Применение источников тока кроме того, что позволило усилителю выходить на нормальный рабочий режим самостоятельно (примерно в течение минуты), заодно и заметно улучшило его звучание. Сцена стала четче, а ВЧ легче. КНИ усилителя упал почти в два раза. Судя по всему, в версии 7 усилителя [13] наблюдается схожий результат.

Оптимальный ТП для построенного варианта усилителя составил около 180 мА. Отличия в конечной схеме относительно авторской, помимо примененных источников тока, следующие: цепь R4C4 и резистор R6 отсутствуют, C3 – неполярный, имеет емкость 47 мкФ, R13 – 10 Ом, в качестве VT3 вместо BD139 был применен «случайно обнаруженный в столе» КТ817В с $h_{21э}$ около 300. На самом деле, в случае использования источников тока, в УМЗЧ уверенно работает любой транзистор указанного типа. R7 и R8 выбираются в зависимо-



Правый канал: R14.1 и R15.1 подключается к C12/C13. Базы - к выводу 7 DA1.
R12 регулирует ток покоя в обоих каналах одновременно.
При сильном разбалансе токов покоя ЛК и ПК можно увеличить ток покоя одного из каналов, подключив резистор 80...100 кОм между коллекторами VT4/VT5.
R9/R10 подбирается диапазон регулировки тока покоя.

Рис.5

сти от напряжения источника питания, и при ±25 В их номинал равен 1 кОм. Выходная мощность усилителя при таком напряжении источника питания составляет 30 Вт на нагрузке 8 Ом.

Остальная настройка УМЗЧ, кроме особо выделенных моментов, ничем не отличается как от общепринятой, так и авторской, описывать которые в пределах данной статьи не имеет смысла. Для справки: данный УМЗЧ был повторен еще одним меломаном, который, следуя приведенным выше рекомендациям, справился с запуском и настройкой УМЗЧ в течение нескольких часов. В принципе, при возникновении затруднений, можно использовать методику, описанную в [8], а в особо сложных ситуациях и задать вопрос в [13].

Разводку плату УМЗЧ Лайкова версии 5.1 можно запросить в редакции журнала по e-mail: electric@sea.com.ua.

Сравнительное прослушивание показало, что усилителю Лайкова с его «непревзойденным звучанием» до реально демонстрируемого звучания стандартного усилителя JVC A-X 50 очень далеко. Автор конструкции, тем не менее, пытается убеждать своих последователей в том, что его усилитель очень близок по звучанию именно к этому УМЗЧ. Возможно, применение топовых ОУ от Analog Devices и способно заметно улучшить характеристики его усилителя но, во-первых, не до такой же степени, а во-вторых, вместо нескольких пар таких ОУ в настоящее время дешевле будет приобрести уже готовый промышленный усилитель типа JVC A-X 50.


Рис.6

(Продолжение следует)

Литература и полезные ссылки:

13. Тема с обсуждением усилителя Лайкова: http://forum.cxem.net/index.php?showtopic=36237&st=0

14. Пикерсгиль А., Беспалов И. Феномен «транзисторного» звучания // Радио. – 1981. – №12. – С.36–38.

АУДИО-ВИДЕО



Высококачественный модуль ЦАП на гибридной ИМС

Николай Григорьев, г. Белгород

(Окончание. Начало см. в РА 1/2016)

Уровень шума у стабилизаторов 7805 последних трех фирм не превышал 22...25 мкВ (RMS) в полосе частот до 80 кГц, а частота среза избыточных шумов для продуктов ONS составила всего 1,4 кГц, что вдвое ниже, чем у микросхем производства TI и в 2,5 раза ниже, чем у стабилизаторов от Thomson. Поэтому в данном стабилизаторе применять следует исключительно микросхемы указанных фирм.

Собственно преобразование цифрового потока в аналоговый сигнал осуществляется в модуле типа D20400 производства UltraAnalog. Сборка включена по типовой схеме для работы в двухканальном режиме. При исследовании ее свойств обнаружилось, что уровень искажений и реализуемый динамический диапазон существенно зависят от временнОго положения импульса разрешения для встроенных УВХ по отношению к импульсу команды осуществления преобразования. Применение ПЛИС для построения генератора тайминга позволило в процессе настройки ЦАП оперативно изменять положение импульса деглитчинга (запуска УВХ в режим хранения) с дискретностью порядка 30 нс и подобрать оптимальное его расположение на временнОй оси для данного экземпляра D20400. Кроме того, положительный эффект наблюдался от уменьшения (по сравнению с типовым) длительности импульса деглитчинга. После ряда экспериментов были подобраны оптимальные расположение и длительность импульсов управления УВХ, которые нашли отражение в проекте ПЛИС для имеющегося в наличии экземпляра D20400.

Выходной сигнал ЦАП поступает на восстанавливающий ФНЧ с частотой среза порядка 40 кГц. Такое значение частоты я выбрал в результате многолетних экспериментов с ЦАП различных типов. По моим наблюдениям, для параллельных ЦАП с 8х передискретизацией, применение ФНЧ 2-го порядка с баттервортовской характеристикой и частотой среза 38...42 кГц оптимально с точки зрения субъективного звучания этих устройств. Собственно фильтр второго порядка выполнен по схеме с многопетлевой ОС. По сравнению со схемой Салена – Келли, такая схема имеет преимущество при работе в условиях большого уровня ВЧ составляющих (что как раз имеет место при работе в постфильтре ЦАП), связанное с тем, что в первом звене фильтра конденсатор заземлен, а не включен в цепь выхода ОУ. Это существенно снижает уровень ВЧ составляющих в цепи ООС ОУ и исключает его перегрузку по входу и рост интермодуляционных искажений. В качестве ОУ применены хорошо известные приборы OPA627, которые отличаются низким уровнем искажений и шумов. Сигнал с выходов ОУ ФНЧ через RC Т – фильтр, предотвращающий попадание внешних помех, наведенных на соединительный кабель, в цепь ООС ОУ подается на разъемы выхода аналогового сигнала.

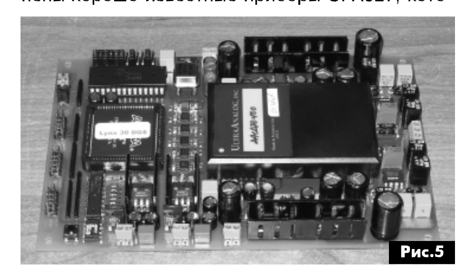


Рис.5

Питание аналоговой части D20400, схем УВХ и выходных ФНЧ осуществляется от дискретных параллельных стабилизаторов типа «ИОН – фильтр – ОУ». Схема стабилизаторов достаточно тривиальна, за исключением одной особенности. В качестве ИОН применены маломощные стабилизаторы 78L05 и 79L05. Их относительно большой уровень шума (20...25 мкВ) очень эффективно снижается посредством фильтра шумов, в результате чего шум на выходе стабилизаторов ±15 В составляет всего 2...3 мкВ в полосе частот 100 Гц...80 кГц. Поскольку ток полезного сигнала не протекает через эти стабилизаторы, то их собственная линейность и реакция на импульсную нагрузку абсолютно непринципиальна. Такое решение позволило создать симметричные схемы стабилизаторов, независимых друг от друга и с питанием ОУ только от собственного входного напряжения без использования напряжения другого плеча.

Конструкция и детали

Внешний вид собранного модуля ЦАП Lynx30 показан на **рис.5**.

Элементная база ЦАП Lynx30 во многом сходна с таковой предыдущих устройств. В цифровой части применяются SMD резисторы типоразмеров 0805 и 1206 производства Koa, SMD конденсаторы типоразмера 1206 производства Kemet. Электролитические конденсаторы, шунтирующие питания цифровых микросхем модуля – Black Gate PK. В стабилизаторе питания генератора в каче-

стве блокирующего конденсатора и конденсатора RC фильтра шумов применены Black Gate NX, обладающие очень низким «емкостным» шумом. Такие же конденсаторы применяются и в фильтре шумов ИОН стабилизаторов питания аналоговой части. Кроме того, для минимизации шума аналоговых стабилизаторов, в их цепях применены металлопленочные SMD резисторы типа MELF, обладающие меньшим уровнем шумов и лучшей температурной стабильностью по сравнению со

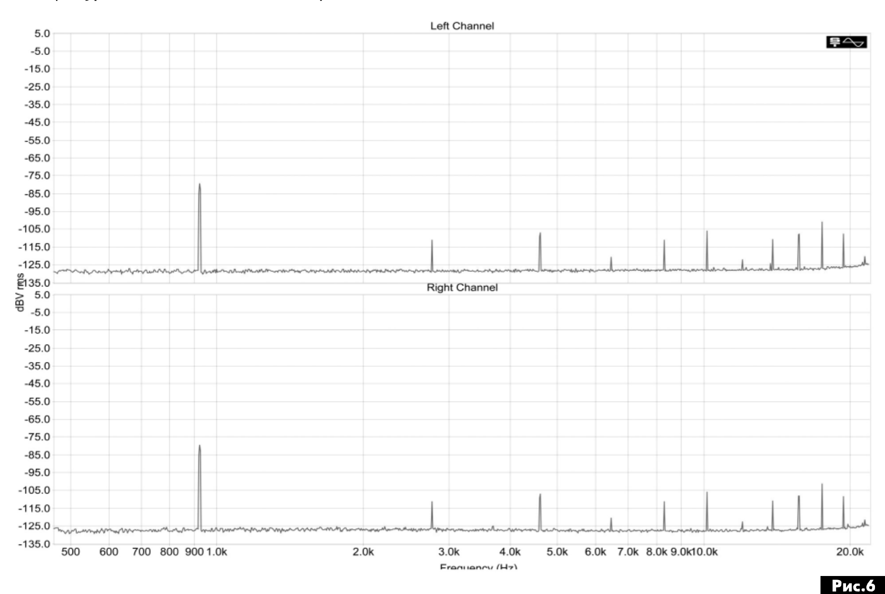


Рис.6

стандартными SMD резисторами на основе оксида рутения. Выходы стабилизаторов аналогового питания зашунтированы конденсаторами Black Gate FK, которые отличает высокая собственная линейность и очень малая зависимость емкости от приложенного напряжения и переменной составляющей тока. Для уменьшения импеданса шин питания на высоких частотах параллельно электролитическим конденсаторам установлены фольговые полипропиленовые серии FKP2 производства Wima.

В цепях аналогового сигнала (восстанавливающие фильтры НЧ) применяются прецизионные (±0,1%) металлопленочные резисторы серии RC55 производства Welwyn, которые характеризуются очень высокой термостабильностью и крайне низким уровнем как избыточного, так и токового шума. Кроме того, резисторы этой серии обладают крайне низкими собственными искажениями. В качестве конденсаторов ФНЧ использованы прецизионные полистирольные емкости серии EXFS/HR производства LCR Components. Помимо высокой стабильности, такие конденсаторы обладают очень низкими потерями в диэлектрике, что благоприятно с точки зрения искажений, вносимых конденсаторами фильтра в сигнал.

Модуль ЦАП Lynx30 обладает следующими техническими характеристиками (при частоте дискретизации 44,1кГц):

• номинальное выходное напряжение, соответствующее полной шкале преобразования (RMS) – 3,53 В;

• относительный уровень шумов на выходе (при нулевом входном сигнале) ниже 110 дБ;

• относительный уровень гармонических искажений и помех в полосе частот 45 кГц для тестового 16-разрядного сигнала (на входе ЦФ) частотой 918 Гц полной шкалы – 104 дБ;

• относительный уровень гармонических искажений и помех в полосе частот 45 кГц для тестового 16-разрядного сигнала частотой 918 Гц уровнем –80 дБ – 27 дБ;

• уровень помех в полосе 100 МГц на аналоговых выходах ниже 76 дБ;

• RMS джиттер сигнала тактового генератора менее 4,5 пс.

Спектр тестового сигнала уровнем –80 дБ показан на **рис.6**.

Спектры сигналов больших уровней не показательны, поскольку отражают в основном уровень искажений измерительного АЦП. Для получения реального спектра сигнала уровнем –80 дБ использовался дополнительный линейный измерительный усилитель с коэффициентом переда-



чи 40 дБ на основе ОУ OPA637 с полосой пропускания 30 кГц, ограниченной дополнительным ФНЧ первого порядка. Таким образом, сигнал, воздействующий на вход АЦП, имел уровень –40 дБ. Шкала амплитуд спектрограммы отградуирована в истинных значениях уровня сигнала. Составляющие с частотами 17, 18 и 19 кГц увеличены против истинных значений на 4 дБ за счет искажений АЦП.

Улучшение качества звучания

Субъективно звучание ЦАП Lynx30 можно охарактеризовать, как кристально-чистое, воздушное, но в то же время живое, естественное и наполненное. Эксплуатация первого экземпляра устройства выявила ряд конструктивных недочетов, которые были устранены в следующей версии ЦАП – Lynx30V1. Основное отличие – применение для гальванической развязки цифровой и аналоговой частей не отдельных изоляторов ADuM1100, а использование счетверенного ADuM1400, применение на цифровых входах буферизации на триггерах Шмитта и использование AD845 вместо OPA627 в выходном фильтре. Принципиальная схема ЦАП Lynx30v1 показана на **рис.7**.

Анализ работы и функций первых версий ЦАП позволил продолжить развитие проекта с целью максимальной реализации потенциала ЦАП D20400. В результате был разработан новый модуль Lynx30v3, существенно отличающийся от первых двух. В цифровой части нового модуля реализован прием данных с двух входов – один в ТТЛ уровнями, второй – дифференциальный RS485 для связи ЦАП с удаленными источниками цифрового потока. ПЛИС, ЦФ и входные приемники запитаны от раздельных

Рис.7

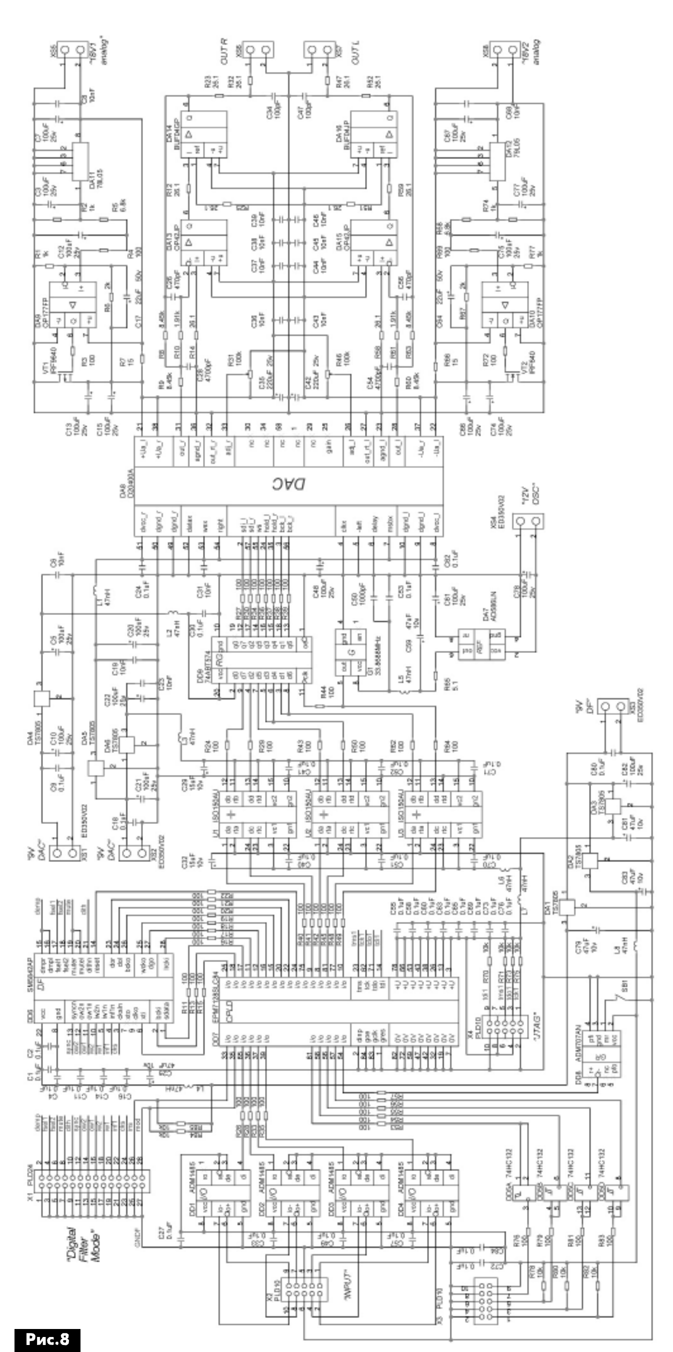


Рис.8

стабилизаторов с целью снижения возможного взаимного влияния по питающим цепям. В качестве гальванических развязок вместо ADuM применены ISO150, поскольку они создают меньший уровень СВЧ помех. На аналоговой стороне также использованы раздельные стабилизаторы для питания развязок, регистра пересинхронизации и входной части D20400.

Параллельные аналоговые стабилизаторы ±15 В выполнены с применением мощных МДП транзисторов в регулирующих элементах.

В восстанавливающем фильтре использованы ОУ типа OP42, обладающие исключительно высокими звуковыми качествами, при этом выходы ОУ буферизированы повторителями BUF04. Это позволило обеспечить возможность работы ЦАП на относительно низкоомную нагрузку без увеличения искажений. Принципиальная схема Lynx30v3 показана на **рис.8**, а внешний вид собранной платы устройства – на **фото** в начале статьи.

Субъективное сравнение ЦАП, выполненного на основе модуля Lynx30v3, и известного звукового процессора Mark Levinson 30.5, выполненного на тех же самых модулях D20400, при работе с CD транспортом Esoteric P700 показало некоторое преимущество Lynx30v3 в передаче звуковых образов, ясности и глубине стереокартины, большую эмоциональную насыщенность воспроизводимых с помощью Lynx30v3 музыкальных произведений.



Искажения в выходном каскаде УМЗЧ и как на них влияет ООС

Подготовил Анатолий Сергиенко, г. Киев

В статье рассматриваются особенности работы различных типов выходных каскадов УМЗЧ, возникающие при этом искажения и то, как их уменьшить путем использования различных вариантов ООС.

В УМЗЧ, выходной каскад, работающий на низкоимпедансную комплексную нагрузку (т.е. на типичную многополосную акустическую систему (АС)), может самым негативным образом влиять на работу всего УМЗЧ. В популярных, в настоящее время, УМЗЧ без ООС это проявляется в наибольшей степени.

Связано это с тем, что, для многополосных АС, характерна сильная неравномерность их импеданса в зависимости от частоты (до 5-6 раз). Такие АС (т.е. практически все современные) предъявляют повышенные требования к УМЗЧ, с которым они работают. А именно, для них очень важно низкое, не зависящее от тока нагрузки выходное сопротивление оконечного каскада УМЗЧ.

Рассмотрим несколько возможных вариантов схемотехнических решений выходного каскада УМЗЧ их достоинства и недостатки.

УМЗЧ с выходным каскадом класса «А»

Указанное выше требование к параметрам УМЗЧ проще всего выполнить, применив в выходном каскаде УМЗЧ класс «А» (**рис.1**). Однако, к достоинствам этого режима работы выходного каскада можно отнести только малое (около 0,2 Ом) выходное сопротивление и отличную линейность в мало-сигнальном режиме.

Недостатков куда больше:

- нелинейное, особенно на больших уровнях сигнала, выходное сопротивление;
- несимметричная передаточная характеристика;
- очень плохая нагрузочная способность по току;
- крайне низкий КПД.

Ещё одним серьезным недостатком УМЗЧ класса «А» является невысокая выходная мощность, что требует использования АС с высокой чувствительностью. Тем не менее, маркетологи большого количества фирм, производящих звуковую аппаратуру, из-за всех сил рекламируют УМЗЧ класса «А». При этом такие УМЗЧ предлагаются по чрезмерно завышенной цене.

На **рис.2** показана спектрограмма распределения гармоник выходного сигнала каскада в классе «А», работающего в режиме сильного сигнала с выходной мощностью 19 Вт. Из **рис.2** видно, что 2-я, 3-я, 4-я, 5-я и 6-я гармоники выходного сигнала находятся на уровне 0,1%, 0,05% 0,017% и 0,005% 0,002% соответственно.



Всё вроде бы отлично: очень простое схемотехническое решение, класс «А», без ООС, малый уровень высоких гармоник, никаких проблем с устойчивостью. Словом мечта поклонника аппаратуры Hi-End.

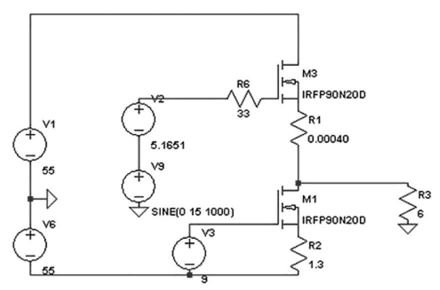


Рис.1

Но, на **рис.3**. приведен спектр IMD (интермодуляционных искажений) данного УМЗЧ. На нём хорошо видна интермодуляция 0,13% первого, и даже 0,007% второго порядков. Т.е. звучать такой УМЗЧ будет весьма скверно – уж слишком его выходной сигнал насыщен комбинационными составляющими, которых не было в исходном сигнале. Даже уменьшив выходную мощность в 4 раза (до 5 Вт) при которой УМЗЧ будет звучать вдвое тише, обнаруживаем, что IMD составляет целых 0,06%.

Такой УМЗЧ без ООС, с указанными параметрами выходного каскада будет звучать весьма «замусорено» и «жестко». Забавно, что подобные усилители с громкой надписью «без ООС» до сих пор продаются в очень красивых корпусах по ценам 2-5 тыс. USD. И любители аппаратуры Hi-End

их покупают. А потом гордятся тем как он неповторимо «окрашивает» (т.е. искажает) звук.

Ну а звучит такой УМЗЧ плохо потому, что нелинейность передаточной характеристики обязательно приводит к появлению гармонических и особенно хорошо слышных интермодуляционных искажений.

УМЗЧ с выходным каскадом класса «АВ»

Такие выходные каскады УМЗЧ с большим током покоя, являются наиболее часто используемыми в действительно высококлассных УМЗЧ (**рис.4**). При применении полевых транзисторов и большого тока покоя, класс «АВ» обладает:

- хорошей линейностью;
- почти симметричной передаточной характеристикой;
- хорошим КПД;
- отличной нагрузочной способностью.

Даже без принятия специальных мер (например, использования режима «Super –А») в таком УМЗЧ, с полевыми транзисторами на выходе, практически отсутствуют искажения типа «ступенька». Это связано с тем, что полевые транзисторы переходят из режима «В» в режим «А» довольно плавно, благодаря наличию длинного пологого участка на своей рабочей характеристике.

На **рис.5** показан спектр искажений каскада в классе «АВ» при подаче синусоидального входного сигнала частотой 1 кГц и выходной мощности УМЗЧ 140 Вт. Гармоники 2-я, 3-я 4-я 5-я и 6-я и выше находятся на уровне 0,1%, 0,03%, 0,01%, 0,01% и 0,003% соответственно.

При меньшей мощности (5 Вт, как у ранее рассмотренного УМЗЧ класса «А») спектр выходного сигнала такого УМЗЧ показан на **рис.6**. Как видим, гармоники 2-я, 3-я 4-я 5-я и 6-я и выше находятся на уровне 0,02%, 0,03%, 0,01%, 0,03% и 0,003% соответственно.

Для измерения IMD на вход УМЗЧ подавались две частоты 19 кГц и 20 кГц, результат показан на **рис.7**. Картинка вроде бы пугающая, однако, общий уровень искажений составляет всего 0,02% для разностных и 0,06% для кратных искажений.

Таким образом, для каскада «АВ» на любых уровнях выходной мощности наблюдаем меньшие гармонические искажения (до 4-й гармоники включительно) и значительно меньшие интермодуляционные искажения. Однако, по гармоническим искажениям в виде 5-й и 6-й гармоник класс «А» все-таки выигрывает, практически вдвое.

Таким образом, можно констатировать, что хорошо сбалансированный каскад, работающий в классе «АВ» (на полевых транзисторах и с большим током покоя), демонстрирует настолько же малые искажения (как при малом, так и при большом выходном сигнале), как и каскад класса «А».

Выходное сопротивление

15-20 лет тому назад УМЗЧ класса «АВ» часто строили на «классических» полевых транзисторах типа 2SK1530 и 2SJ201 (**рис.4**). Выходное сопротивление такого УМЗЧ составляло 2...3 Ом (при токе покоя 250 мА).

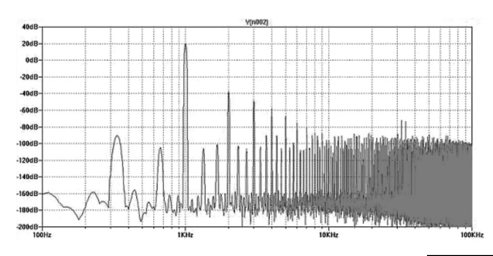


Рис.2

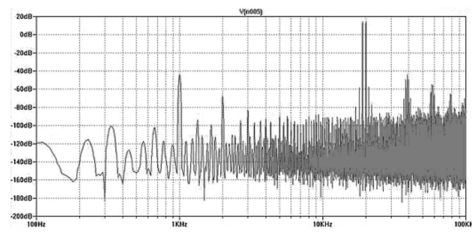


Рис.3

Рис.4

Сейчас УМЗЧ выполняют на современных полевых транзисторах, например на паре BUZ900 и BUZ905 или на паре IRFP240 и IRFP9240. В этом случае выходное сопротивление УМЗЧ составит 0,5 Ом (при токе покоя 100-150 мА).

Если сравнить с рассмотренным выше УМЗЧ класса «А», то, в данном случае, мы получаем:



• высокий КПД;

• практически симметричную передаточную характеристику;

• высокую нагрузочную способность;

• высокую линейность каскада, близкую к линейности каскада в чистом классе «А».

Обращаем ваше внимание на **маркетинговое противоречие** между реально ценящейся потребителями огромной нагрузочной способностью выходного каскада класса «АВ» (ток нагрузки до 40-60 А), с одной стороны, и так же **нереально ценящимся** классом «А». И это при явном отсутствии у УМЗЧ класса «А» даже удовлетворительной нагрузочной способности. Совсем совесть потеряли «любезные» маркетологи.

Использование биполярных транзисторов в выходном каскаде

В таком каскаде выходное сопротивление УМЗЧ так же составляет доли Ома, и такой УМЗЧ хорошо работает с большинством АС. Но в схемах выходных каскадов на биполярных транзисторах очень сложно полностью избавиться от «ступеньки» - приходится применять специальные ухищрения, например, переводящие каскад в режим работы «Surep-A», что ухудшает КПД УМЗЧ.

Но самое главное другое - передаточная характеристика биполярного транзистора крайне не линейна, и носит экспоненциальный характер, что порождает массу гармоник высокого порядка.

Надо отметить, что звучание УМЗЧ с биполярными транзисторами на выходе, даже если это УМЗЧ с очень широкой полосой пропускания (более 200 кГц) и скоростью нарастания выходного напряжения 80...100 В / мкс не очень хорошее. Нельзя назвать его неудовлетворительным, как у рассмотренного выше УМЗЧ работающего в классе «А», но из-за замусоренности гармониками, звучание такого УМЗЧ можно назвать недостаточно детальным, свободным и мягким.

В **таблице** приведены типовые параметры выходных каскадов использующих наиболее распространенную схему повторителя напряжения. При этом, для сравнения, кроме УМЗЧ класса «А» и «АВ» в **таблице** приведены также параметры широко рекламируемого УМЗЧ класса «D». Очень любят маркетологи этот класс «D» за его высокую экономичность (до 95%). Однако звук он обеспечивает совершенно неудобоваримый.

В крайней правой колонке, указана маркетинговая «ценность» перечисленных УМЗЧ. Как видим, она обратно пропорциональна качеству работы УМЗЧ.

Использование ООС для улучшения характеристик УМЗЧ

Рассмотрим, как введение ООС может улучшить характеристики рассмотренных выше УМЗЧ.

Отметим, что главное назначение УМЗЧ (как и всего звукового тракта) — это неискажённая передача сигнала, т.е. точное соблюдение его амплитуды в каждый (даже очень короткий) момент времени. Если мы научимся, в процессе усиления, очень-очень точно передавать форму сигнала, то мы получим идеальный УМЗЧ с непревзойденным звучанием. Может ли в этом помочь введение ООС? И какой глубины она должна быть?

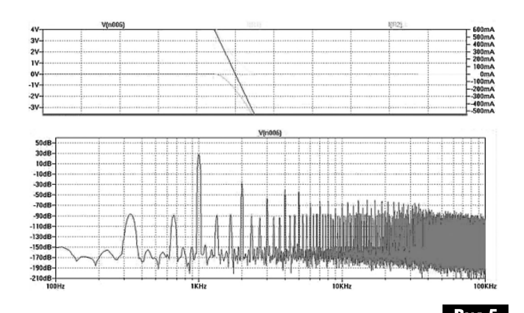


Рис.5

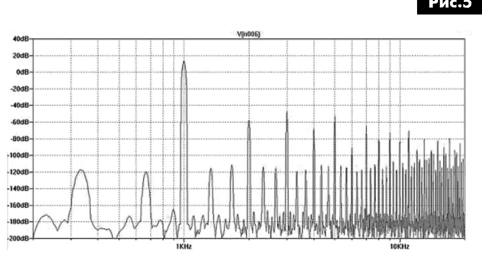


Рис.6

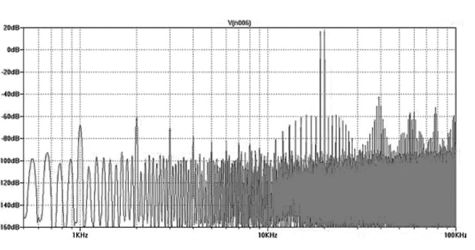


Рис.7

Для примера рассмотрим простейшую модель усилителя (**рис.8**). Он состоит из двух основных частей:

• дифференциальный каскад, умеющий с хорошей точностью вычитать из сигнала A сигнал B;

• нелинейный усилитель напряжения, с коэффициентом усиления 1000 (т.е. умеющий умножать полученную разницу на 1000).

Без введения ООС

Полагаем сигнал B = 0, и будем иметь такие параметры усилителя в целом, какие обеспечит нелинейный усилитель.

Вводим ООС

Для этого возьмём выходной сигнал, и с помощью резисторов R1 и R2 поделим его на 10, а затем подадим на вход B.

Усиление этой схемы может быть посчитано по формуле

$$K = U_{вых} / U_{вх} = A_v / [1 + A_v / \{R1/R2 + 1\}]$$

Подставив значения, получим коэффициент усиления K_1=9,90099. Т.е. видим, что, по сравнению с коэффициентом усиления 2 каскада, усиление схемы сильно уменьшилось.

Предположим, что коэффициент усиления нелинейного усилителя по каким-то причинам уменьшился на 10% (например, при увеличении амплитуды сигнала) и стал всего 900, вместо исходных 1000.

Для схемы без ООС это будет означать искажение формы сигнала на 10%.

Для усилителя же с ООС получим коэффициент усиления K_2=9,89011. Коэффициенты усиления K_2 и K_1 для усилителя с ООС отличаются друг от друга всего на 0,11001 %, т.е. с *помощью ООС нелинейность усилителя из 10% превратилась в 0,11%*.

Таким образом, любое «отклонение» параметров нелинейного усилителя компенсируется для приведённой схемы примерно в 100 раз.

Использование ООС даёт следующие преимущества:

• увеличение входного сопротивления;

• увеличение полосы пропускания;

• снижение выходного сопротивления;

• уменьшение помех, проникающих из источника питания.

Из недостатков каскада с ООС пока нами отмечено только снижение усиления, но это ещё не всё. Усилитель не может мгновенно передать сигнал на свой выход. Поэтому с увеличением частоты входного сигнала постепенно появляется запаздывание выходного сигнала относительно входного, на графике (или на экране высокочастотного осциллографа) он как бы «сдвигается» вправо по оси времени. В итоге наступает момент, когда этот сдвиг становится столь большим, что отрицательная ОС превращается в положительную (ПОС). Усилитель, охваченный ПОС, обладает бесконечно большим усилением и усилителем уже не является - он становится генератором.

Устойчивость работы УМЗЧ охваченного ООС (как, впрочем, и других систем с ООС), определяется теорией устойчивости и так называемым критерием Найквиста. Этот критерий получил всемирное признание в среде ученых и инженеров.

Однако всегда найдутся «идеологи» от Hi-End, готовые утверждать, что, мол, Найквист, конечно, молодец, но вот именно для звука его теория не верна. И что только усилители без ООС могут дать единственно верное звучание.

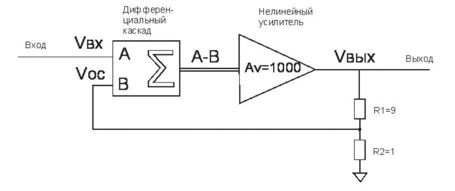


Рис.8

Почему они это утверждают? Может быть, современная наука выявила новые аспекты теории устойчивости, или нашла принципиально иные способы решения задачи усиления электрических сигналов? Ничего этого, конечно нет, но, по сути, изменились только маркетинговые приёмы. Эта наука, действительно, продвинулась неимоверно!

Как говорится, если проигрываешь, играя по общим правилам, единственный способ выиграть - создать свои Правила!

Но чтобы создать полноценные Правила этим «идеологам» от Hi-End, конечно, силёнок маловато, да и «обосновать» такую новую «науку» хоть сколько-нибудь убедительно в рамках традиционной физики и электроники для них весьма проблематично. Так что ограничиваются эти маркетологи обычно не очень конкретными и не подтверждёнными теорией Мифами и Легендами.

Режим	Элементы	КПД, %	Тепловыделение в режиме тишины в % от макс. вых. мощности	Выходное сопротивление, при токе покоя	Нагрузочная способность, балл, симметричность (Да/Нет)	Линейность, балл. (Кг, дБ)	Маркетинг. «ценность», балл.
A	Полевые тр-ры	22	450	0,2 (3 Амп.)	1 / Нет	5 (-60)	5
AB	Полевые тр-ры 2SK1530 и 2SJ201	42	35	2 (0,3 Амп.)	4 / Да	4 (-50)	3
	Полевые тр-ры IRFP240 и IRFP9240	45	17	0,2 (0,25 Амп.)	4 / Да	5 (-60)	3
D	Ключевые полевые тр-ры	95	2	0,05	5 / Да	1	4

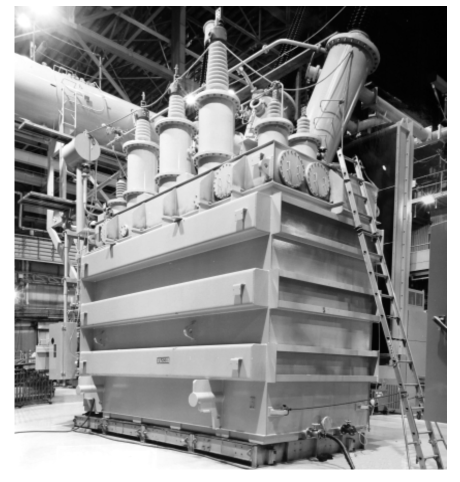
(Продолжение следует)



Потери в силовом трансформаторе и как их уменьшить

Геннадий Котов, г. Антрацит

В предлагаемом материале рассказывается о принципах и некоторых тонкостях процесса трансформации электроэнергии, как избежать некоторых ошибок при конструировании трансформаторов, а также о том, почему коэффициент трансформации – величина не всегда постоянная.



Трансформатор – это статический (без вращающихся частей) электромагнитный аппарат, осуществляющий преобразование электрической энергии переменного тока с одним значением напряжения (тока) в электрическую энергию с другим значением напряжения (тока) такой же частоты. Простейший трансформатор состоит из сердечника, изготовленного из электротехнической стали, и двух надетых на этот сердечник обмоток I и II (**рис.1**). Та из обмоток, которая, будучи присоединена к сети с известным напряжением, получает от нее переменный ток, например обмотка I называется первичной, другая обмотка, отдающая переменный ток в другую сеть или нагрузку, например, обмотка II называется вторичной.

При пропускании через первичную обмотку переменного тока определенной частоты, появляющийся в магнитопроводе магнитный поток, пересекая витки вторичной обмотки, индуктирует в ней электродвижущую силу (ЭДС), обусловливающую, в случае замыкания обмотки на какую-нибудь цепь, появление в нагрузке переменного тока такой же частоты.

Так как магнитный поток в своих изменениях пересекает одновременно и витки первичной обмотки, находящиеся уже под напряжением, в ней индуктируется электродвижущая сила, совпадающая по фазе с электродвижущей силой, индуктируемой во вторичной обмотке.

Ток «холостого хода»

Если вторичная обмотка разомкнута (вторичная сеть выключена), тогда ток в первичной обмотке протекает минимальный, и обмотка может рассматриваться как обыкновенная индукционная катушка с ферромагнитным сердечником. Электродвижущая сила, индуктируемая при этом в первичной обмотке, или так называемая первичная электродвижущая сила, составит [1]:

$$E_1 = 4{,}44 \times \Phi_м \times f \times z_1 \times 10^{-8} \qquad (1)$$

Ток, протекающий в первичной обмотке при разомкнутой вторичной цепи, весьма мал, также весьма мала производимая в этой обмотке потеря напряжения, поэтому можно считать, что первичная электродвижущая сила почти равна и противоположна приложенному к первичной обмотке напряжению V_1, т.е.

$$E_1 \cong V_1 \text{ и поэтому } V_1 = 4{,}44 \times \Phi_м \times f \times z_1 \times 10^{-8} \qquad (2)$$

Здесь сразу нужно пояснить, что ток в обмотке, подключенной к внешнему источнику переменного напряжения, при разомкнутых зажимах вторичной обмотки будет мал только в том случае, если выполняется условие:

$$V \times z = \frac{A}{B_m \times Q_c} \times V \qquad (3)$$

где *A* – некое эмпирическое число, его значение может быть от 40 до 60 (чаще всего при расчетах используется значение 50). Это число зависит от марки трансформаторной стали (Э41-Э43 – изотропная горячекатаная, Э310-Э330 – текстурованная холоднокатаная, Э340-Э360 – текстурованная холоднокатаная с уменьшенной проницаемостью и т.д.), формы сердечника (Ш, ШЛ, П, ПЛ, О и т.д.), технологии производства и качества сборки сердечника. Справедливость этого утверждения можно легко продемонстрировать, если разобрать сердечник, собранный, к примеру, из Ш-образных пластин, а затем при сборке некоторую часть пластин «забыть». Ток «холостого хода» такого трансформатора при неизменном напряжении, поданном на первичную обмотку, заметно увеличится.

Для вторичной электродвижущей силы, т.е. электродвижущей силы, возбуждаемой во вторичной обмотке, состоящей из z_2 витков и пересекаемой тем же магнитным потоком $Ф_М$, можно считать:

$$E_2 = 4{,}44 \times Ф_м \times f \times z_2 \times 10^{-8}. \quad (3а)$$

А т.к. $E_2 \cong V_2$, и при этом формулы (1) и (3а) отличаются только лишь количеством витков z_1 и z_2, то принято считать, что коэффициент трансформации равен соотношению витков первичной и вторичной обмоток: $u = z_1 / z_2$.

Величина максимального магнитного потока при «холостом ходе» трансформатора равна

$$Ф_м = \frac{E \times 10^8}{4{,}44 \times f \times z_1} \quad (4)$$

где первичная электродвижущая сила *E*, как видно, почти равна напряжению у зажимов *V*. Если трансформатор нагрузить, т.е. к его вторичной обмотке подключить какое-нибудь сопротивление, то сила тока в первичной обмотке увеличится, также увеличится потеря напряжения в ней, отчего при постоянстве первичного напряжения у зажимов должна уменьшиться первичная электродвижущая сила *E* и, как следствие, величина магнитного потока $Ф_М$.

Так как при нагрузке трансформатора вторичный ток производит упомянутое размагничивающее действие, то можно допустить, что при подключенной нагрузке в первичную цепь поступает ток такой силы, при котором приблизительно восстанавливается магнитный поток [1].

Когда трансформатор работает с нагрузкой, то полная мощность, потребляемая первичной обмоткой P_1, расходуется на полезную мощность, отдаваемую во вторичную цепь P_2, и на потери в самом трансформаторе, состоящие из потерь в сердечнике (железе) магнитопровода и в меди обмоток. Отсюда КПД

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad (5)$$

Выше было отмечено, что максимальный магнитный поток, пронизывающий обмотки трансформатора, почти не изменяется при изменении нагрузки, следовательно, потери в сердечнике трансформатора можно считать постоянными и одинаковыми как для «холостого хода», так и для работы трансформатора с нагрузкой. Неизменность магнитного потока в стали сердечника $Ф_{СТ}$ имеет место при постоянстве магнитодвижущей силы (МДС) F_m и напряженности магнитного поля $H_{СТ}$.

Потери в меди обмоток

Что касается потерь в меди обеих обмоток, то они, очевидно, находятся в сильной зависимости от нагрузки. При этом сопротивление первичной обмотки равно сумме ее активного и индуктивного сопротивлений. В соответствии со вторым законом Кирхгофа напряжение, подведенное к первичной обмотке, равно сумме падения напряжения на активном сопротивлении обмотки и двух ЭДС, обусловленных магнитными потоками, сцепленными с первичной обмоткой. При этом имеется в виду, что один магнитный поток замыкается через сердечник трансформатора, а второй – через воздух. Так как эти магнитные потоки «ведут» себя по-разному, то в законе Кирхгофа они описы-

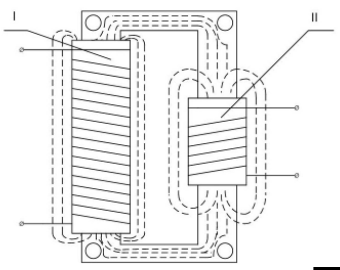


Рис.1

ваются по-разному. Сопротивление вторичной обмотки также состоит из активного и индуктивного сопротивлений. Активное сопротивление играет роль только при подключенной к вторичной обмотке нагрузке, а индуктивное сопротивление

$$X_D = \varpi \times L_D \quad (6)$$

характеризуется индуктивностью рассеяния

$$L_D = w \times Ф_D \times I \quad (7)$$

и, в свою очередь, обусловлено магнитным потоком $Ф_D$, замыкающимся, помимо магнитопровода, еще и по воздуху, минуя первичную обмотку [1].

Потери в сердечнике

Что касается потерь в магнитопроводе трансформатора, то на этом нужно остановиться подробно. Переменный магнитный поток в сердечнике, индуцируемый переменным напряжением в первичной обмотке, вызывает в магнитопроводе вихревые токи, зависящие от частоты, проводимости материала магнитопровода и его формы. Помимо потерь вихревые токи размагничивают магнитопровод, вытесняя магнитный поток к поверхности. Именно для снижения влияния вихревых токов (токов Фуко) магнитопровод собирают из отдельных электрически изолированных тонких пластин. При этом величина вихревых токов значительно уменьшается (до 1% от их величины в монолитном сердечнике [1]). Удельные потери в сердечнике трансформатора имеют одну природу – нелинейность процесса намагничивания. Известно, что ферромагнитные тела состоят из облас-



тей самопроизвольного (спонтанного) намагничивания. Магнитное состояние каждой области характеризуется вектором намагниченности. Направление вектора намагниченности зависит от внутренних упругих напряжений и кристаллической структуры ферромагнитного тела.

Векторы намагниченности отдельных областей ферромагнитного тела, на которые не воздействует внешнее магнитное поле, равновероятно направлены в различные стороны. Поэтому во внешнем относительно этого тела пространстве намагниченность тела не проявляется. Если же его поместить во внешнее поле, то под его воздействием векторы намагниченности отдельных областей повернутся в соответствии с направлением поля. При этом индукция результирующего поля в теле может оказаться во много раз больше, чем магнитная индукция внешнего поля до помещения в него ферромагнитного тела [2]. При периодическом перемагничивании ферромагнетика в нем совершаются необратимые процессы, на которые расходуется энергия от намагничивающего источника. В общем случае потери в ферромагнитном сердечнике обусловлены гистерезисом, токами Фуко и магнитной вязкостью. Степень проявления различных видов потерь зависит от скорости перемагничивания ферромагнитного материала. Если сердечник из трансформаторной стали перемагничивается во времени замедленно, то потери в сердечнике обусловлены практически только гистерезисом (потери от макроскопических вихревых токов и магнитной вязкости при этом стремятся к нулю).



Рис.2

Физически потери, обусловленные гистерезисом, вызваны инерционностью процессов роста зародышей перемагничивания, инерционностью процессов смещения доменных границ и необратимыми процессами вращения векторов намагниченности. Удельные потери энергии от гистерезиса за 1 цикл перемагничивания равны площади петли гистерезиса. Уменьшение максимальной индукции, разумеется, уменьшает высоту петли, но даже при малых значениях индукции и при наличии подмагничивания, например, постоянным током, ширина петли частного цикла у низкосортных сталей остается значительной. Другими словами, уменьшение индукции в магнитопроводе с целью уменьшения площади петли гистерезиса имеет ограниченный смысл.

Теперь вспомним курс физики. Вокруг проводника, по которому протекает ток, создается магнитное поле. Причем направление (вектор) магнитного поля зависит от направления тока в проводнике и постулируется правилом правой руки: «Если ладонь правой руки расположить так, чтобы в нее входили силовые линии магнитного поля, а отогнутый большой палец направить по движению проводника, то четыре вытянутых пальца укажут направление индукционного тока» (**рис.2**). Если пойти дальше, зная, что электрические и магнитные силы имеют общую природу (уравнение Максвелла), то можно предположить, что если по одному проводнику течет ток, при этом вокруг него наводится магнитное поле, а рядом расположен другой проводник, то магнитное поле должно наводить в другом проводнике электрический ток. (Сразу нужно оговориться, что ток и магнитное поле должны изменяться во времени и в пространстве и совсем не обязательно по закону синусоиды и даже не обязательно от положительных до отрицательных значений.) Это явление известно как электромагнитная индукция.

С точки зрения передачи энергии вышеприведенная модель из двух проводников никуда не годится, но не стоит ее недооценивать, так как появление наводок в аудиоусилителях и радиоприемных трактах – это проявление признаков, описываемых данной моделью, и она может испортить немало нервов разработчикам электронной аппаратуры.

Если пойти еще дальше и свить проводник в спираль, а еще лучше в многослойную спираль, то возникающие вектора магнитного поля у находящихся рядом проводников будут суммироваться. Суммарный индукционный ток будет равен произведению тока вокруг одного проводника на их количество. Здесь нужна еще одна оговорка. Все дело в том, что вышеприведенное утверждение будет справедливо лишь в том случае, если физическая форма и размеры позволяют сблизить свитые в спираль проводники на минимальное расстояние. Но по вполне понятным причинам это далеко не всегда возможно. Именно поэтому суммарный индукционный ток будет равен произведению тока вокруг одного проводника на их количество лишь приближенно, и именно поэтому провод, которым намотаны очень мощные трансформаторы, имеет чаще всего не круглое, а прямоугольное сечение. Это связано, в основном, с тем, что, как говорилось выше, силовое поле во-

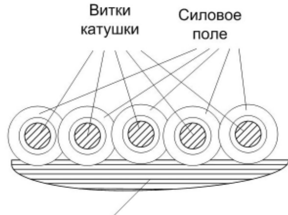


Рис.3

круг проводника (каждого отдельного витка) не в полной мере наводится в соседнем витке (сердечнике), а с некоторыми потерями, частично рассеиваясь «в воздухе» (**рис.3**).

Потери в катушке

Вернемся к нашей модели проводника свитого в многослойную спираль. Подобная конструкция называется катушкой. Она обладает значительной индуктивностью, которая зависит от протекающего в проводнике тока, диаметра и удельной проводимости проводника, количества витков и т.д. Конечно, обычный проводник, по которому протекает электрический ток, также обладает собственной индуктивностью, но при незначительной длине проводника ее величина настолько мала, что ею, как правило, пренебрегают.

Совсем другое дело, если длина проводников сотни и даже тысячи метров, и по ним протекают значительные токи и напряжения, как, например, в высоковольтных ЛЭП. Такие системы обладают значительными индуктивными и емкостными сопротивлениями, и при инженерных расчетах это обязательно учитывается. Раз уж речь зашла о ЛЭП и трансформации, то *необходимо напомнить о требовании ПТЭ, что при работах на высоковольтных ЛЭП нужно отключать напряжение помимо основной еще и на параллельно идущей линии ЛЭП*. Игнорирование данного требования ПТЭ стоило здоровья, а иногда и жизни не одному электрику.

Если вспомнить, что катушка – это проводник длиной в десятки или сотни, а иногда даже тысячи метров, свитый в многослойную спираль, то индуктивность, «растянутая» по всей его длине, концентрируется в физических размерах данной катушки. Если рядом (а лучше внутри или поверх) с вышеупомянутой катушкой расположить еще одну, то магнитные силовые линии, образованные за счет индуктивности, при подключении напряжения к первой будут наводить напряжение во второй. Конечно же, большая их часть будет рассеиваться в окружающем пространстве и теряться безвозвратно, так как окружающее пространство (воздух) обладает некоторым сопротивлением для магнитного поля, и данная модель, являясь, по сути, трансформатором, для передачи электрической энергии также не годится. Если катушки разместить на сердечнике (**рис.1**) из материала со значительной магнитной проницаемостью (ферромагнетиком), то такая модель уже будет полноценным трансформатором и вполне подойдет для передачи электрической энергии. Если обратиться к **рис.1**, то можно увидеть, что магнитные силовые линии в подобном трансформаторе замыкаются не только через магнитопровод, но и «по воздуху».

В некоторых публикациях иногда можно встретить утверждение, что сердечник способен «притягивать», даже «концентрировать в себе» эти самые линии. С этим никак нельзя согласиться, так как в подобном случае достаточно было бы просто надеть катушки на замкнутый магнитопровод произвольной формы и сечения и не следовало изобретать броневых сердечников, сердечников марки УШ, О и т.д. Еще раз повторюсь, что векторы намагниченности отдельных областей ферромагнитного тела, на которые не воздействует внешнее магнитное поле, направлены в разные стороны. Поэтому во внешнем относительно этого тела пространстве намагниченность тела не проявляется, но если ферромагнетик поместить во внешнее поле (например, подключив первичную обмотку к сети 220 В / 50 Гц), то под его воздействием

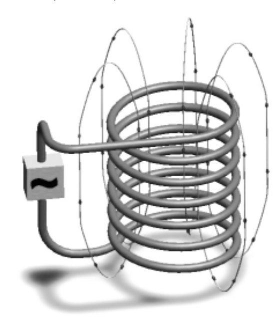


Рис.4

векторы намагниченности отдельных областей повернутся в соответствии с направлением поля. При этом ***индукция результирующего поля в теле*** *становится во много раз больше, чем магнитная* ***индукция внешнего поля***.

Магнитные силовые линии, наведенные вокруг катушки, по которой протекает ток, распределяются вокруг нее равномерно (**рис.4**). При увеличении тока в первичной обмотке напряженность магнитных силовых линий будет увеличиваться для всех одинаково: и для тех, которые замыкаются через магнитопровод, и для тех, которые замыкаются через воздух. Просто нужно помнить, что те линии, которые «идут по воздуху», из-за сопротивления окружающей среды затухают в ней, а те, чей путь пролегает по сердечнику, из-за его физико-механических свойств оказывать минимальное сопротивление магнитному полю способны из-за минимального затухания донести свою энергию до второй катушки. Однако уменьшение индукции в сердечнике все равно имеет место. И зависит оно не только от свойств материала, но и от наличия магнитного зазора, отверстий в сердечнике, качества сборки сердечника и т.д. (**рис.1**). Магнитный поток Φ через некоторую поверхность S – это поток вектора магнитной индукции через эту поверхность

$$\Phi = \int_s \vec{B} \times d \times \vec{S} \qquad (8)$$

(Продолжение следует)



Трехступенчатый регулятор переменного напряжения для мощной нагрузки

Константин Коломойцев, г. Ивано-Франковск

В статье приводится описание простого трехступенчатого регулятора напряжения, выполненного путем использования обычного нерегулируемого понижающего трансформатора, который позволяет повысить напряжение в электрической сети на определенную величину или понизить его, а также сохранить при необходимости равенство напряжений входа и выхода регулятора.

Предлагаемое устройство может быть использовано в низковольтных электрических сетях напряжением до 1000 В, где возникает необходимость повышения или понижения напряжения на нагрузке на определенную постоянную величину, при этом при необходимости регулятор обеспечивает равенство напряжений входа и выхода устройства, т.е., к примеру, получение на выходе номинального напряжения при номинальном входном. В регуляторе используется обычный понижающий нерегулируемый трансформатор с несекционированными обмотками.

Предлагаемый регулятор является усовершенствованием известного, описание которого приведено в [1].

Известный регулятор (рис.3, [1]) содержит вольтодобавочный трансформатор, в качестве которого использован обычный понижающий трансформатор типа ОСО-0,25 220/36 В, с номинальным током вторичной обмотки 6,1 А, двухполюсный переключатель на три положения с нейтральным положением подвижных контактов в среднем положении рукоятки управления.

Перевод переключателя с одного крайнего положения в другое меняет местами концы вторичной обмотки W_2 в последовательной цепи вольтодобавочного трансформатора и, соответственно, величину вольтодобавки на выходе регулятора от $+\Delta U$ на $-\Delta U$.

Таким образом, известный регулятор обеспечивает двухступенчатое регулирование напряжения на выходе устройства. Однако функциональные возможности такого регулятора могут быть расширены путем добавления третьей ступени, которая обеспечивает равенство входного и выходного напряжений, т.е. вольтодобавка в этом случае равна нулю ($\Delta U=0$), что немаловажно при номинальном входном напряжении и отсутствии, соответственно, в этом случае необходимости повышать или понижать напряжение на выходе регулятора. Указанная цель достигается тем, что регулятор дополнительно снабжен двухполюсным переключателем на два или три положения.



Сущность предлагаемого технического решения поясняется **рис.1**, на котором показана принципиальная схема регулятора.

Описание регулятора

Регулятор содержит вольтодобавочный трансформатор ВТ и два двухполюсных переключателя SA1 и SA2, подвижные контакты которых каждого полюса соединены между собой соответственно. Переключатель SA2 на два положения является переключателем выбора режима работы регулятора. В одном крайнем положении переключателя SA2, когда замкнуты его контакты 7–8, 10–11, обеспечивается работа регулятора в режиме вольтодобавки $\pm\Delta U$ с помощью переключателя SA1 путем переключения его из одного крайнего положения «$+\Delta U$», когда замкнуты его контакты 2–5, 4–6, в другое – «$-\Delta U$» при этом замкнуты его контакты 1–2, 3–4.

В другом положении переключателя режима работы SA2 замкнуты контакты 7–9, 10–12, и последовательная обмотка W_2 вольтодобавочного трансформатора ВТ отсоединена от сети, а контакты 9 и 12 разных полюсов переключателя замкнуты между собой перемычкой. В результате вольтодобавка на выходе регулятора отсутствует, $\Delta U=0$ при любом крайнем положении переключателя SA1. Напряжение на выходе регулятора в этом случае равняется входному, а трансформатор ВТ работает в режиме «холостого хода», так как обмот-

ка W_1 подключена к сети через контакты переключателей SA1 и SA2.

Принцип действия

В исходном предпусковом состоянии регулятора подвижные контакты 2 и 4 двухполюсного переключателя на три положения SA1 находятся в среднем положении, и напряжение на выходе регулятора отсутствует.

Предположим, что на входе регулятора напряжение понижено, в этом случае переключатель выбора режима работы SA2 устанавливают в положение «Работа ±ΔU», при этом будут замкнуты его контакты 7–8 и 10–11. Затем переключатель SA1 переводят в положение «+ΔU», замыкая его контакты 2–5 и 4–6. В результате обмотки W_1 и W_2 трансформатора ВТ включаются согласно и подключаются к сети и нагрузке, и напряжение на выходе регулятора будет повышено на величину +ΔU относительно напряжения на входе (сети).

При необходимости понижения напряжения сети на величину –ΔU (при перенапряжениях), переключатель SA1 переводят в другое крайнее положение «–ΔU». В этом случае будут замкнуты контакты 1–2 и 3–4 переключателя и, соответственно, концы вторичной обмотки W_2 трансформатора ВТ меняются местами. Следовательно, магнитные потоки обмоток трансформатора будут направлены встречно, и на выходе регулятора напряжение будет понижено на величину –ΔU относительно входного.

Отключение регулятора от сети осуществляют переводом переключателя SA1 в среднее положение, при этом размыкаются контакты 1–2 и 3–4 или 2–5 и 4–6, обмотка W_2 отсоединяется от сети и током не обтекается, не обтекаются током также нагрузка и первичная обмотка W_1 трансформатора ВТ.

При отсутствии необходимости регулировки (напряжение сети номинальное или близкое к нему) переключатель режима работы SA2 устанавливают в положение «ΔU=0», при этом замыкаются контакты 7–9 и 10–12 переключателя, и обмотка W_2 выводится из работы. Затем переключатель SA1 переводят в любое крайнее положение («+ΔU» или «–ΔU»), и нагрузка напрямую через контакты переключателей SA1 и SA2 присоединяется к входу регулятора, т.е. минуя последовательную обмотку W_2 трансформатора ВТ. Первичная обмотка W_1 трансформатора остается включенной, в результате трансформатор ВТ остается в работе в режиме «холостого хода». При необходимости исключения режима «холостого хода» трансформатора ВТ, переключатель SA2 выбирают трехполюсным, контакты третьего полюса включают в разрыв первичной обмотки W_1 трансформатора ВТ. На **рис.1** третий полюс переключателя SA2 не показан.

Внимание!

При работе регулятора недопустимо размыкать обмотку W_1 трансформатора ВТ, так как в этом случае трансформатор переходит в режим трансформатора тока с разомкнутой обмоткой W_1, что приводит к перегреву трансформатора и возможному самовозгоранию, а также к появлению на выводах разомкнутой обмотки высокого напряжения опасного как для жизни человека, так и для изоляции трансформатора.

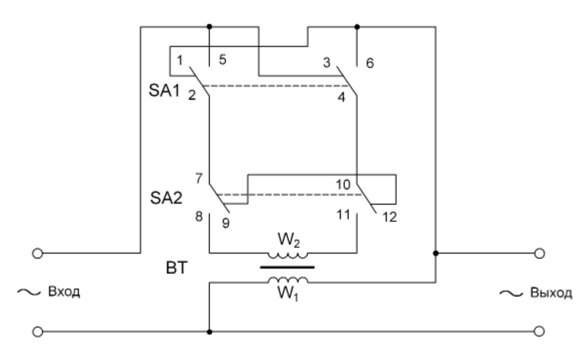


Рис.1

Таким образом, введение в известное устройство дополнительных элементов расширяет его функциональные возможности, устройство становится трехступенчатым, что позволяет не только изменять входное напряжение в пределах ±ΔU, но и сохранять его на выходе на уровне входного(ΔU=0), что позволяет более гибко решать вопросы экономии электроэнергии в низковольтных электрических сетях.

Отличительной чертой предложенного регулятора является простота конструкции и схемного решения, использование серийного нерегулируемого понижающего трансформатора в качестве вольтодобавочного, синусоидальность выходного напряжения, малый вес, габариты и, соответственно, стоимость.

Детали

Вольтодобавочный трансформатор ВТ – обычный понижающий, мощность его определяется, исходя из мощности нагрузки по формуле:

$$S_{вт}=S_{ном}\ \Delta U/U,$$

где:

$S_{вт}$ – мощность однофазного трансформатора, который используется в качестве вольтодобавочного ВА;



$S_{ном}$ – полная мощность нагрузки, ВА;
ΔU – величина необходимой вольтодобавки, В;
U – напряжение сети, к которой подключается вольтодобавочный трансформатор.

Например, при необходимой величине вольтодобавки ΔU=22 В, мощности нагрузки 1000 Вт и напряжении сети U=220 В, мощность вольтодобавочного трансформатора Вт составит: $S_{вт}$=1000·22/220=100 Вт, т.е. она меньше мощности потребляемой нагрузкой в 10 раз.

Напряжение вторичной обмотки W_2 трансформатора ВТ должно соответствовать необходимой величине вольтодобавки ΔU. Например, трансформатор напряжением 220/36 В создаст вольтодобавку ΔU, равную 36 В, а трансформатор напряжением 220/12 В – 12 В.

Вторичная вольтодобавочная обмотка W_2 трансформатора ВТ должна выдерживать ток нагрузки. Ток вторичной обмотки I_2=S/U_2. Для трансформатора типа ОСО – 0,25 220/36 В этот ток составит I_2=250/36=6,1 А. Следовательно, через вторичную обмотку W_2 трансформатора ВТ можно пропускать ток нагрузки до 6,1 А.



Рис.2



Рис.3

Таким образом, критериями выбора вольтодобавочного трансформатора ВТ является его мощность, величина необходимой вольтодобавки и соответствие номинального тока вторичной обмотки току нагрузки.

Помимо трансформатора типа ОСО – 0,25 мощностью 250 Вт в качестве вольтодобавочных можно использовать однофазные понижающие трансформаторы серии ОСМ мощностью от 0,063 до 1 кВт, с первичным напряжением до 660 В, частотой 50 Гц и вторичным напряжением 12, 24, 36, 42 В, которые предназначены для питания цепей управления электроприводов, низковольтных цепей сигнализации и выпрямителей. Это трансформаторы: ОСМ – 0,063; ОСМ – 0,16; ОСМ – 0,25; ОСМ – 0,4; ОСМ –0,63; ОСМ – 1,0. На **фото** в начале статьи показан внешний вид трансформатора ОСМ – 0,63 мощностью 0,63 кВА 380/42 В. С его помощью можно регулировать напряжение на нагрузке мощностью до 6 кВт.

Для более мощной нагрузки можно использовать трансформаторы серии ТБС2 мощностью 1,6 кВА, напряжением до 660 В, которые также предназначены для питания цепей управления электроприводов и низковольтных цепей сигнализации.

При использовании регулятора в трехфазном исполнении помимо однофазных трансформаторов можно использовать трехфазные серии ТТ, которые предназначены для питания пониженным напряжением выпрямителей. Это трансформаторы типа ТТ-0,05; ТТ-0,1; ТТ-0,16; ТТ-0,25; ТТ-0,4; ТТ-0,63; ТТ-1,0; ТТ-1,6; ТТ-2,5; мощностью 50; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500 ВА и вторичными напряжениями 10; 19; 37; 85; 170 (19 и 37; 85 и 170); 37; 85; 170 (85 и 170) соответственно.

Вольтодобавочные трансформаторы регулятора необходимо заземлять (занулять) медным проводом сечением не менее 1,5 мм^2 или алюминиевым сечением не менее 2,5 мм^2. Крепление трансформатора не освобождает от необходимости присоединения заземляющего провода.

Переключатель SA1 любой двухполюсный, подходящий по току и напряжению, например, типа ВТЗ на ток коммутации 3 А (до 660 Вт) и напряжение коммутации ~220 В с фиксацией ручки управления в среднем и крайнем положениях.

При более мощных нагрузках регулятора подойдут пакетно-кулачковые переключатели серии ПКП (**рис.2**) (ПКП25-24-115-У3 25 А ~380 В), предназначенные для установки в качестве коммутационных аппаратов в электрических цепях переменного тока на напряжение до 440 В и номинальные токи 10; 25; 40; 63; 100 А. Возможно также использование кулачковых универсальных переключателей серии ПКУ3 (**рис.3**) (ПКУ3-14-У3 10 А ~500 В) на ток до 10 А и напряжение 500 В.

Переключатель SA2 двухполюсный на два положения типа Т-3 (Т3-С) – 3 А ~220 В (при мощности нагрузки до 660 Вт). Для более мощной нагрузки подойдут и трехпозиционные переключатели серий ПКП (**рис.2**) и ПКУ3 (**рис.3**).

Литература

1. Коломойцев К.В. Простые вольтодобавочные устройства // Электрик. – 2003. – №1. – С.6–8.



Доработка компьютерного ИП «Delux»

Андрей Бутов, с. Курба, Ярославской обл.

При проведении регламентного профилактического обслуживания персонального компьютера было обнаружено, что в источнике питания модели «Delux ATX-450W P4» остановился вентилятор охлаждения. Как выяснилось, вентилятор был исправен, но не работал включающий вентилятор термодатчик.

Поскольку даже в режиме простоя работающего компьютера (без принудительного охлаждения) теплоотводы с установленными на них мощными диодами и транзисторами нагревались более 70°С без принудительного охлаждения, было решено термодатчик не ремонтировать, а подключить вентилятор к линии +12 В напрямую, но последовательно с резистором сопротивлением 1 Ом мощностью 2 Вт для незначительного снижения его оборотов.

Также с удивлением было замечено, что в источнике питания с заявленной мощностью 450 Вт был установлен всего один оксидный конденсатор фильтра выпрямленного сетевого напряжения емкостью 220 мкФ на рабочее напряжение 400 В. Конденсатор такой емкости подходит, максимум, для устройств, потребляющих мощность до 100…150 Вт, например, кинескопного телевизора с небольшим экраном. Для ИП современного компьютера такая емкость конденсатора фильтра выпрямленного сетевого напряжения явно недостаточна.

К тому же, из-за высокой амплитуды пульсаций на этом конденсаторе возможен преждевременный выход из строя всего источника питания. Кроме того, при кратковременном провале или пропадании сетевого напряжения 220 В переменного тока, накопленной в конденсаторе емкостью всего 220 мкФ энергии может оказаться недостаточно, чтобы сохранить работоспособность включенного компьютера на это время или на время включения источника бесперебойного питания. Желательно, чтобы системный блок сохранял работоспособность при полном пропадании сетевого напряжения на время, хотя бы 200…300 мс.

Чтобы исправить ситуацию в источник питания, был установлен еще один такой же конденсатор емкостью 220 мкФ на рабочее напряжение 400 В. Этот конденсатор подключается параллельно штатному конденсатору ИП короткими высоковольтными проводами в двойной ПВХ изоляции, помещенными в ПВХ трубку. Эти провода не должны идти под слаботочными узлами ИП – их следует проложить по периметру корпуса ИП. Корпус конденсатора должен быть очень хорошо изолирован от корпуса ИП.

В дополнение к этому в ИП также были установлены дополнительные керамические SMD конденсаторы емкостью по 10 мкФ, включенные параллельно оксидным конденсаторам, предназначенных для сглаживания пульсаций выходных напряжений +3,3 В, +5 В, +12 В (оранжевые, красные, желтые провода в выходном жгуте ИП). Устанавливаемые керамические конденсаторы должны быть рассчитаны на рабочее напряжение не менее напряжения цепи, куда они подключаются. Такая доработка уменьшит вероятность «вздутия» оксидных конденсаторов фильтров вторичных напряжений. В дешевых компьютерных ИП, где на выходах установлены оксидные конденсаторы небольшой емкости низкого качества, желательно заменить эти конденсаторы конденсаторами емкостью 3300…6800 мкФ. Особенно важна емкость и качество этих конденсаторов для линии напряжения +12 В.

Для доработки ИП, в которых вместо одного оксидного конденсатора, стоящего на выходе сетевого мостового выпрямителя, последовательно установлены два оксидных конденсатора, обычно на рабочее напряжение 200 В каждый, можно руководствоваться обобщенной схемой **рис.1**. Нумерация элементов условная. $C_{доп}$ – дополнительно установленный оксидный конденсатор. Если монтаж позволяет заменить установленный конденсатор фильтра более крупным конденсатором большей емкости на рабочее напряжение 450 или 500 В, то модернизация ИП значительно упрощается. Для емкости в 440…680 мкФ плавкий предохранитель на входе ИП должен быть на ток 4…6 А. При наличии в ИП переключателя рабочего напряжения 230/110 В (SA2 на схеме **рис.1**), его следует удалить, что позволит избежать ошибок при подключении компьютера к сети с напряжением 220 В переменного тока.

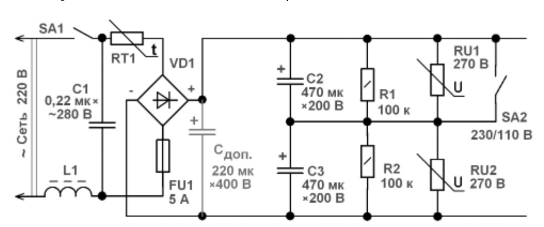


Рис.1



Литий-ионные аккумуляторы (Li-ion). Особенности и защита

Игорь Безверхний, г. Киев

К сожалению, даже некоторые радиолюбители со стажем не вполне представляют особенности конструкции, работы и методики заряда литиевых аккумуляторов. Обо всем этом идет речь в этой статье. Автор надеется, что рассмотренный в статье материал будет полезен как начинающим, так и опытным, радиолюбителям.

Существует множество разных типов литиевых аккумуляторов (АК). В бытовой носимой аппаратуре, сотовых телефонах, планшетах и т.д. чаще всего используются литий-ионные (Li-ion) и литий-полимерные (Li-pol, Li-polymer LiPo, LIP, Li-poly) аккумуляторы (АК). Последние – это усовершенствованные Li-ion АК. Полное английское название такого АК: Lithium-Ion Polymer Battery – литий-ионный полимерный аккумулятор. Все литиевые АК более «капризны», чем аккумуляторы других типов. Да и рабочее напряжение одного литиевого АК (одной «банки») 3,7 В, что заметно больше, чем у кислотных и щелочных АК разных типов.

Более десяти лет назад в прессе не однажды появлялись статьи-репортажи о взрывах сотовых телефонов, игрушек, электронных книг и электронных переводчиков, точней, литиевых аккумуляторов в этих и других устройствах. Происходило это чаще всего в процессе зарядки или при коротком замыкании в цепях питания из-за нарушений режимов заряда или разряда литиевых аккумуляторов, что приводит к закипанию электролита, вздутию и взрыву АК. Поэтому в большинство современных литиевых АК изготовитель встраивает электронную систему контроля и управления (BMS – battery management system), которая ограничивает заряд аккумулятора уровнем 95%, а максимальный разряд уровнем 15...20%. Очень часто эту систему называют схемой или контроллером защиты АК от перезаряда и работы в режиме глубокого разряда.

Контроллер защиты изготавливается, как правило, на небольшой двухсторонней печатной плате, на одной (внешней) стороне которой размещены три позолоченных площадки-контакта для соединения с внешним устройством, а на другой – сама схема. Плата контроллера залита пластиком и составляя с «банкой» единую цельную конструкцию. АК подключается к внешнему устройству, обеспечения его питания, через те самые три позолоченных площадки-контакта, размещенные на внешней стороне платы контроллера защиты.

Замечу, что многие радиолюбители и специалисты ошибочно считают, что в литиевые АК изготовитель встраивает не контроллер защиты, а зарядное устройство. Подобная некорректная терминология «пробралась» даже в Википедию [1]. Контроллер защиты в большинстве ширпотребовских АК осуществляет только отключение АК при:

- КЗ, когда ток АК превысит определенный предел;
- при разряде АК приблизительно 2,4 В;
- при увеличении напряжения на нем во время зарядки приблизительно до 4,25 В.

Это значит, что контроллер защиты АК от перезаряда и глубокого разряда, сам по себе, не может обеспечить нормальный режим заряда литиевого АК. Я обращаю внимание на этот факт потому, что некоторые радиолюбители, используя АК от сотовых телефонов, заряжают их непосредственно от, так называемых, «зарядок» от сотовых телефонов, которые выдают стабильное, а иногда и нестабильное постоянное напряжение 5...8 В. Эти «зарядки» – это обычные блоки питания. Заряжать литиевые АК непосредственно от них без специальных зарядных устройств – это порча недешевых аккумуляторов. Зарядные устройства (контроллеры заряда АК) – это, как правило, составная часть соответствующего устройства: те-





Фото 1

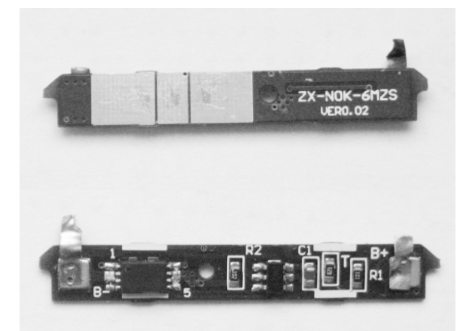


Фото 2

лефона, смартфона, планшета и т.д. Контроллеры заряда – это тема отдельной статьи.

Рассмотрим один из вариантов контроллера защиты встроенного в АК на примере литий-ионного аккумулятора типа ВР-6М (**фото 1**) емкостью 1100 мА·ч фирмы Nokia.

Схема и работа контроллера защиты АК ВР-6М

Этот аккумулятор был мной «варварски» разломан, и из него, в буквальном смысле, была выковыряна печатная плата контроллера защиты ZX-NOK-6MZS (VER0.02) размерами приблизительно 38х5 мм (**фото 2**) с небольшим количеством SMD-компонентов. По монтажу была восстановлена принципиальная схема этого контроллера защиты (**рис.1**).

Контроллер собран на двух микросхемах (МС):

• U1 типа DW01-P (маркировка DW01) в корпусе SOT23-6;

• U2 типа S8205A (маркировка 8205A) в корпусе TSSOP-8.

Основа («мозг») контроллера защиты – специализированная микросхема (Protection IC) U1 типа DW01-P [2] тайваньской компании Fortune Semiconductor Corp., а U2 S8205A – это два полевых (MOSFET) транзистора с n-каналом в одном корпусе (транзисторная сборка), которые зашунтированы паразитными диодами. Полными аналогами транзисторной сборки S8205A являются TXY8205A и SSF8205.

Анод «банки» (ячейки) выведен непосредственно на вывод +АК, а катод соединен с выводом –АК не непосредственно, а в разных режимах работы через один из двух полевых транзисторов МС U2:

• в режиме питания «гаджета» (разрядка АК) – через верхний (по схеме **рис.1**) транзистор и нижний диод МС U2;

• в режиме зарядки АК – через нижний транзистор и верхний диод этой МС.

R1C1 – фильтр напряжения питания МС U1.

R2 – ограничивающий резистор, защищающий МС и АК при обратном включении напряжения от ЗУ.

R3 – резистор цепи опознавания АК телефоном.

Назначение выводов микросхемы U1 DW01 приведено в **табл.1**, а уровни срабатывания защит – в **табл.2**.

В нормальном режиме работы (при отсутствии аварийных ситуаций) на затворы полевых транзисторов сборки U2 с выходов 1 и 3 U1 поступают отпирающие напряжения. Ток питания «гаджета» протекает по цепи:

+G1 → +АК → нагрузка («гаджет») → –АК → верхний (по схеме) транзистор и нижний диод U2 → –G1.

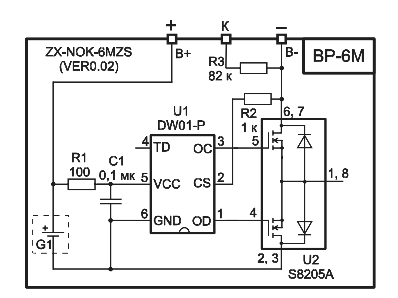


Рис.1

Ток заряда АК (в соответствующем режиме) протекает с выводов «гаджета» по цепи:

+АК → G1 → нижний транзистор и верхний диод U2 → –АК.

При любой из аварийных ситуаций МС U1 запирает полевые транзисторы, отключая отрицательный вывод G1 от вывода «минус» АК, защищая его от преждевременного выхода из строя (перегрузок, перегрева, вздутия и взрыва).

Таблица 1

№	Обозначение	Назначение
1	OD	Выход на затвор ключа управления разрядом
2	CS	Вход детекторов тока и режима заряда
3	OC	Выход на затвор ключа управления зарядом
4	TD	Тестовый вход
5	VCC	Вход напряжения питания и детекторов перезаряда и чрезмерного разряда.
6	GND	Корпус

Таблица 2

Защита от перезаряда		Защита от переразряда		Порог срабатывания защиты от перегрузки по току (напряжение на выводе 2 МС) [V_{OI1}] (mV)
Напряжение включения [V_{OCP}] (V)	Напряжение отключения [V_{OCR}] (V)	Напряжение включения [V_{ODP}] (V)	Напряжение отключения [V_{ODR}] (V)	
4,250 ±0,050	4,050 ±0,050	2,40 ±0,100	3,0 ±0,100	150 ±30

В заключение отметим, что в контроллерах защиты других типов аккумуляторов могут использоваться другие микросхемы, выполняющие аналогичные функции. Например, микросхемы защиты (Protection IC) типов S-8261AAJMD-G2J-T2, HY2110CB и сборки полевых транзисторов типов Si7900AEDN, TPCS8210 и т.п.

Ссылки

1. Литий-ионный аккумулятор. Википедия. (см. ссылку на сайте издательства «Радиоаматор»).

2. DW01-P. One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC. Режим доступа: http://www.ic-fortune.com/upload/Download/DW01-P-DS-15_EN.pdf



Оптимальный алгоритм заряда и ЗУ для Li-ion и Li-pol аккумуляторов

Игорь Безверхний, г. Киев

В этой статье приведено описание алгоритма заряда литиевых аккумуляторов (АК), который обеспечивает достаточно быстрый заряд этих АК при большом количестве циклов заряд-разряд, а значит, повышает их долговечность. В статье приведено также описание ЗУ (контроллер заряда) для таких аккумуляторов на микросхеме LTC4054-4.2.





Алгоритм оптимальной зарядки литиевого аккумулятора

В зависимости от степени заряда (разряда) литий-ионных (Li-ion) и литий-полимерных аккумуляторов (АК) современные контроллеры заряда автоматически выбирают фазу (режим), с которой начинается зарядка (подзарядка) АК. Таких режимов три:

1. Режим предварительного заряда. Используется только в тех случаях, когда АК сильно разряжен.

2. Режим основного заряда. Осуществляется постоянным (неизменным) током.

3. Режим заряда постоянным (неизменным) напряжением.

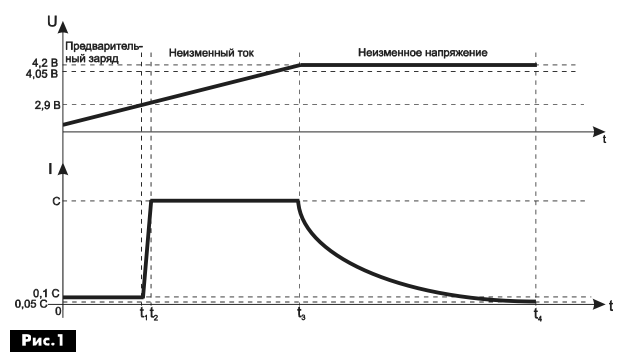


Рис.1

Рассмотрим особенности этих режимов по графику (**рис.1**).

Предварительный заряд (промежуток времени от 0 до t_1) необходим при глубоком разряде АК: ниже 2,9...2,8 В. Производители называют этот режим Trickle Charge. Он осуществляется током равным 1/10 емкости АК (0,1С, где С – емкость АК). Связано это с тем, что при более высоких токах заряда сильно разряженного аккумулятора заметно сокращается срок его службы. Этот режим заканчивается, когда напряжение на АК достигнет 2,9 В, и начинается заряд постоянным (неизменным) током (режим основного заряда. Величина этого тока заряда равна С. Увеличивать ток заряда скачком с 0,1С до С крайне нежелательно. По этому в современных контроллерах заряда используется, так называемый, механизм «плавного старта» (SoftStart). На **рис.1** это промежуток времени t_1–t_2, а заряд неизменным током соответственно – t_2–t_3.

Этот режим заканчивается, когда напряжение на АК достигнет 4,2 В. По окончании основного заряда АК будет заряжен до 80% максимальной емкости (момент времени t_3). Далее контроллер будет заряжать АК приблизительно до 100%, поддерживая на нем постоянное (неизменное) напряжение 4,2 В. По мере заряда АК неизменным напряжением, ток заряда уменьшается. Когда он уменьшится до 0,05С, заряд прекращается.

Замечу, что при подключении АК на зарядку, контроллер заряда по величине напряжения на АК автоматически определяет степень его разряда и включает соответствующий режим. Так, например, если оставить полностью заряженный АК подключенным к контроллеру заряда, то он заряжаться, точнее, перезаряжаться, не будет. При длительном хранении за счет саморазряда напряжение на АК будет уменьшаться. Только когда оно уменьшиться до 4,05 В, включится режим заряда АК постоянным током, а при достижении 4,2 В – режим заряда постоянным напряжением.

Контроллер заряда Li-ion и Li-pol аккумуляторов на микросхеме LTC4054-4.2

Этот контроллер был собран автором как зарядное устройство (ЗУ) для Li-ion и Li-pol аккумуляторов от USB порта ПК.

В устройстве использована одна из самых распространенных специализированных микросхем

для контроллеров заряда LTC4054-4.2, использующая приведенный выше алгоритм заряда Li-ion и Li-pol АК. Микросхема изготавливается в миниатюрном корпусе 5-Lead SOT-23, функциональная схема которого показана на **рис.2**, а назначение выводов приведено в **таблице**.

Допустимое напряжение питания этой МС в пределах 4,25...6,5 В.

Максимальный ток заряда АК: 800 мА.

МС IC1 имеет цепь температурной ООС, которая уменьшает выходной ток МС при повышении

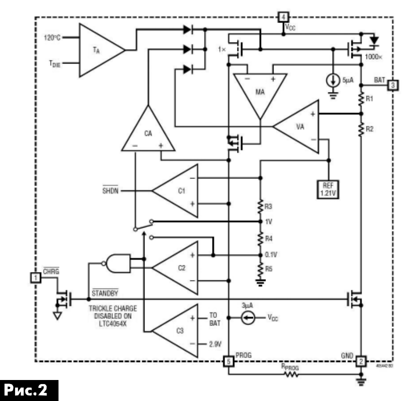


Рис.2

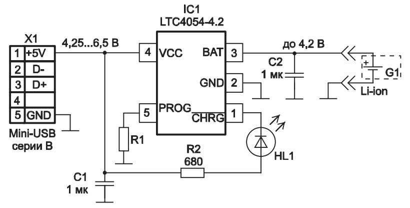


Рис.3

температуры приблизительно до 120°, что ограничивает температуру кристалла и защищает МС от выхода из строя.

Принципиальная схема ЗУ (**рис.3**) типовая (см. даташит [1]) имеет минимум внешних элементов.

На плате ЗУ для подключения к ПК (кабелем) установлен разъем X1 типа Mini-USB серии B. Кроме МС IC1 типа LTC4054-4.2 ЗУ содержит:

- C1, C2 – конденсаторы развязки;
- R1 – резистор, программирующий ток заряда;
- HL1, R2 – индикатор режима (фазы) заряда АК.

Конденсатор C2 может быть неустановлен. Он устанавливается только в том случае, если АК подсоединяется к ЗУ длинными проводами.

ЗУ не универсально. Оно обеспечивает оптимальный заряд АК только определенной емкости. Напомню, что ток заряда (в режиме заряда постоянным током) $I_{ЗАРЯДА}$ = C, где C – емкость АК. Этот ток задается сопротивлением резистора R_1, которое можно определить по формуле: $R_1 = 1000 / I_{ЗАРЯДА}$.

По яркости свечения светодиода HL1 можно определить режим (фазу) зарядки. В режиме заряда постоянным током на выводе 1 (выход –CHRG) IC1 будет низкий уровень напряжения, и светодиод HL1 светится ярко.

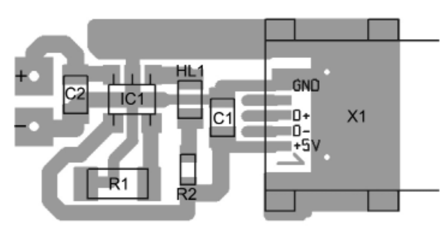


Рис.4

Печатная плата ЗУ размерами 22x11 мм с расположением деталей на ней показана на **рис.5**.

Чертеж платы в формате SprintLayout-5 можно взять на сайте издательства «Радиоаматор»: http://www.ra-publish.com.ua/.

Если микросхема IC1 греется в устройстве (при больших токах зарядки), то необходимо разработать плату с увеличенной шириной дорожек под микросхему, а под корпусом МС вытравить площадку как можно большей площади, равномерно залудить дорожки и площадку как можно более толстым слоем припоя. Тщательно вымыть плату и установить МС, плотно прижимая ее к площадке.

В заключение замечу, что МС LTC4054-4.2 компании Linear Technology Corporation довольно дорогая, но существуют и более бюджетные аналоги этой МС от других производителей:

№	Обозначение	Назначение
1	-CHRG	Выход (с открытым стоком) на LED-индикатор режимов заряда
2	GND	Корпус
3	BAT	Выход ЗУ на аккумулятор
4	VCC	Вход напряжения питания
5	PROG	Вывод подключения программирующего резистора

- STC4054;
- LTH7;
- LTADY.

Найти LTC4054-4.2 и ее аналоги можно и на платах старых мобильных телефонов.

Ссылки

1. LTC4054-4.2/LTC4054X-4.2 Standalone Linear Li-Ion Battery Charger with Thermal Regulation in ThinSOT. Режим доступа: http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/405442xf.pdf.



Архитектура и аквариумистика. Что общего?

Владислав Бущик, г. Киев

Корпорация Taiwan Semiconductor Lighting Co (торговая марка SemiLEDs) предлагает инновационное решение для архитектурной подсветки и аквариумного освещения: цветные многокристальные многоканальные светодиоды. Эти мощные светодиоды (по сути, светодиодные мини-модули) представляют собой чип с установленными на нем несколькими светодиодными кристаллами, корпусированные в форм-факторе SMD. Мощный SMD-светодиод M6363 4-в-1 объединяет в одном чипе четыре кристалла: красный, зелёный, синий и белый (фактически, это синий кристалл, покрытый люминофором). Минимальные значения светового потока кристаллов при токе 350 мА через каждый кристалл составляют 45 лм для красного цвета, 87 лм для зелёного, 18 лм для синего и 100 лм для белого. Максимальный рабочий ток равен 700 мА через каждый кристалл. Тепловое сопротивление светодиодов серии не превышает 7°/Вт.

Светодиоды серии M63 имеют корпус с основанием 6,3x6,3 мм. Эти приборы предназначены, в основном, для систем архитектурно-художественного и декоративного освещения, а также для мощных компактных прожекторов, использующихся для создания световых спецэффектов.

Развитием семейства цветных многокристальных многоканальных светодиодов стали светодиоды серий t5050, t5060 (на 4 цветовых канала), а t7070 (7 каналов, в стадии разработки) и t9090 (12 каналов).

Основная «прелесть» данных серий в том, что они выполняются под заказ, и заказчик сам выбирает цветовую гамму, которая ему необходима, а также расположение кристаллов в светодиоде. В **таблице** приведены доступные длины волн кристаллов для корпусирования.

Линзы светодиодов могут быть, вне зависимости от модели светодиода, двух вариантов: куполообразные силиконовые или в виде стеклянного покрытия.

Схема таких светодиодов показана на **рис.1**.

Световой поток на каждом кристалле зависит от выбранной длины волны (см. **таблицу**).

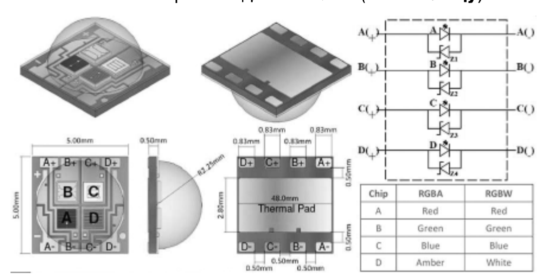


Рис.1

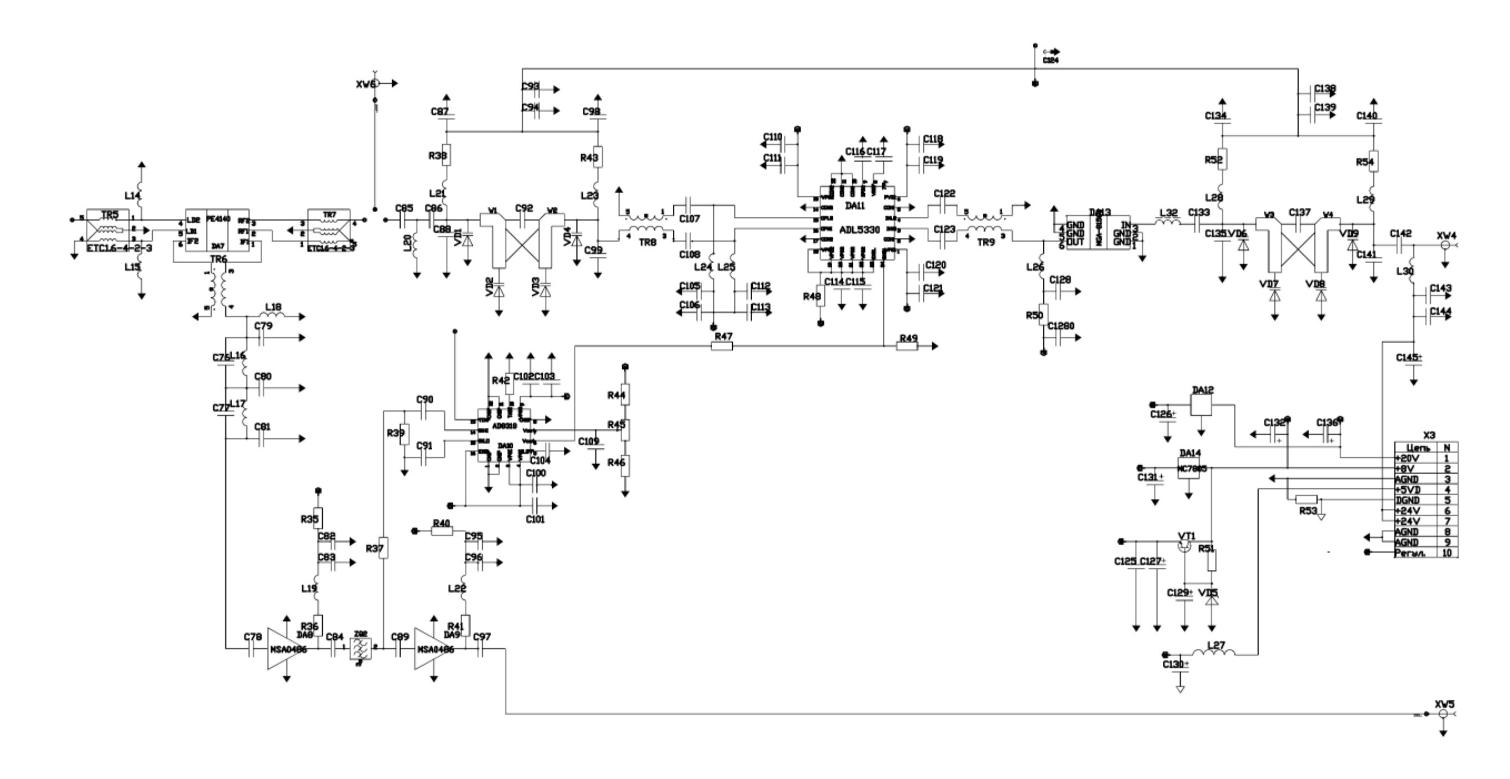
Схемное решение чипа позволяет диммировать светодиод по каждому каналу, что открывает большие возможности для разработчиков систем архитектурной подсветки зданий, мостов и путепроводов, фонтанов, скульптур и других объектов.

Что же касается аквариумистов, то для последователей аквадизайна а-ля Амано Такаси применение цветных многокристальных многоканальных светодиодов открывает возможность моделирования естественного освещения применительно к разным видам рыб и аквафлоры, населяющих аквариумы.

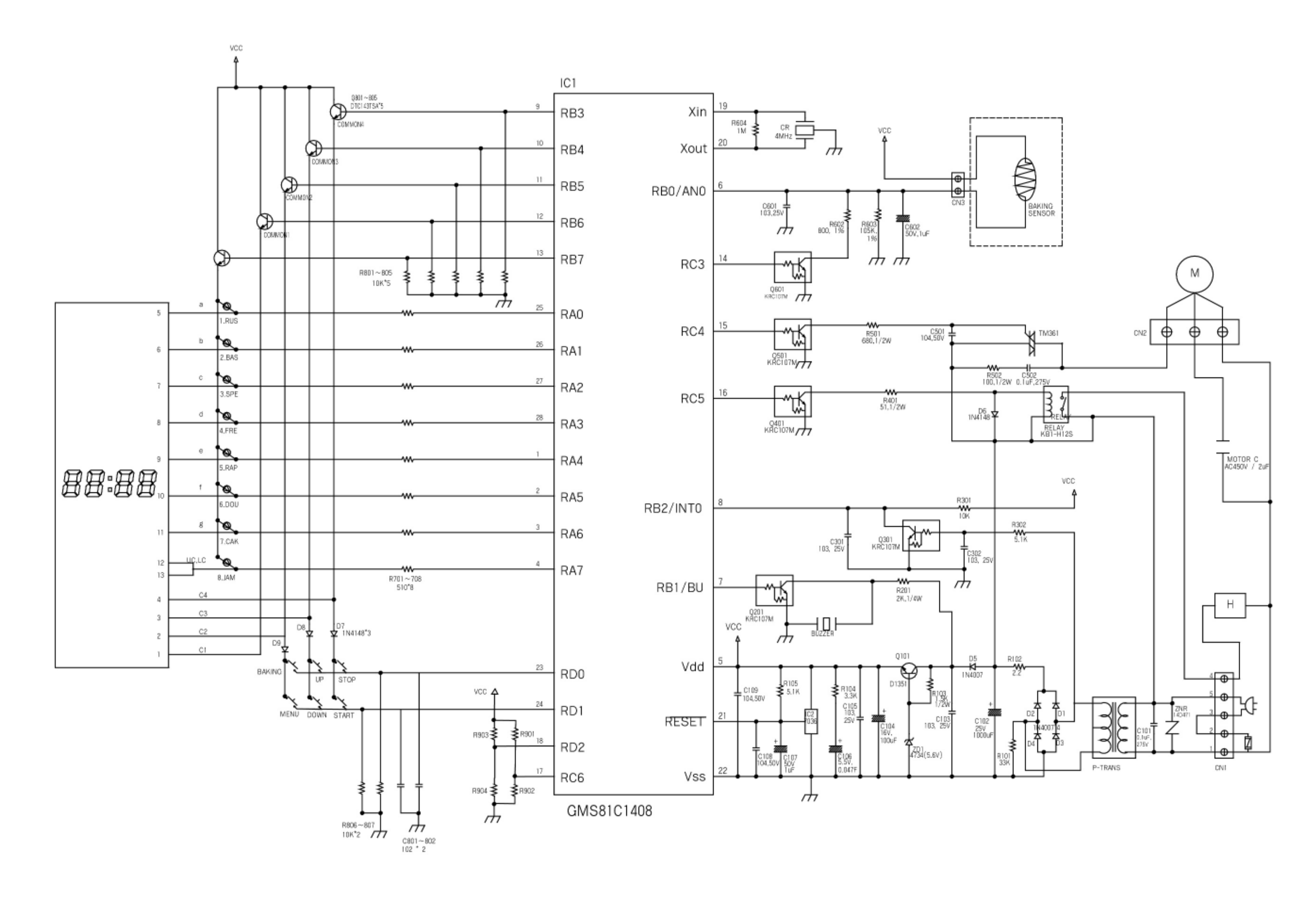
Канал	Преобладающий цветовой диапазон, нм (K)	Цветовой поток при токе 700 мА, лм	Прямое напряжение, В
Красный	620...630	80...113,6	2,1...3,2
Зеленый	515...535	150...195	3,2...4,2
Синий	455...470	25...39,8	3,2...4,0
Белый (синий с люминофором)	(5000...8300)	180...220	3,2...4,0
Желтый (янтарный)	585...595	85...115	2,1...3,2

Учитывая штучный подход к проектам светодиодной архитектурной подсветки, не говоря уже про аквадизайн, производитель готов на производство под заказ минимальных партий (от 50 до 100 штук, в зависимости от модели) при вполне вменяемой стоимости, соизмеримой со стоимостью типовых светодиодов массовых серий.

Компания СЭА – официальный дистрибьютор SemiLEDs Optoelectronics Co., Ltd на территории Украины. За более подробной информацией по светодиодной продукции и по вопросу приобретения светодиодного и оптоэлектронного оборудования обращайтесь в Компанию СЭА по телефону в Киеве (044) 291-00-41 или по электронной почте info@sea.com.ua.

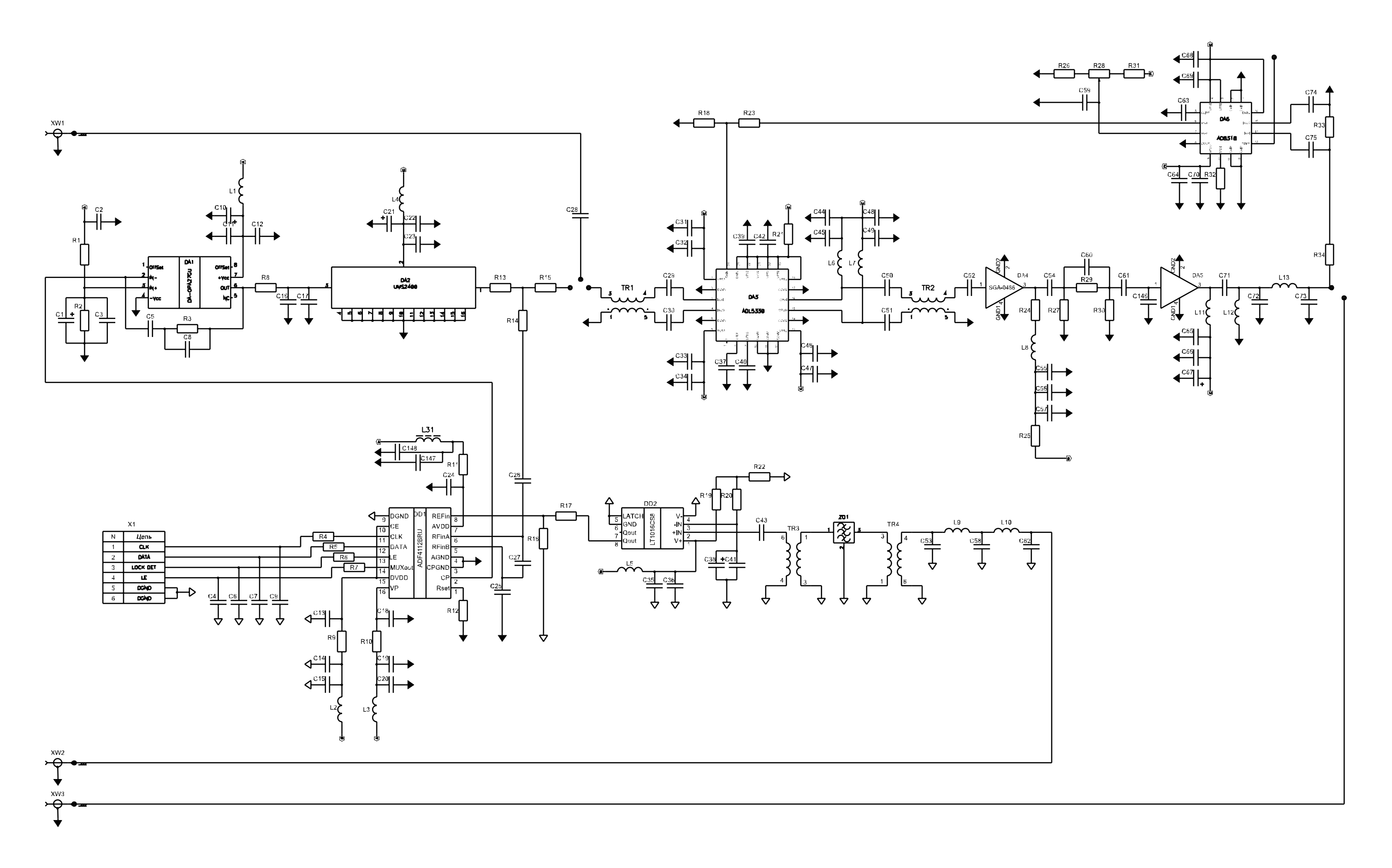


X3
Цепь N
+20V 1
+8V 2
AGND 3
+5VD 4
DGND 5
+24V 6
+24V 7
AGND 8
AGND 9
Регул. 10
ADL5330
DA11
AD8318
DA10
MSA0486
DA8
DA9
PE4140
DA7
DA12
DA13
DA14
MC7805
VT1
ETC16-4-2-3
TR5
TR6
TR7
TR8
TR9
XW4
XW5
XW6


IC1
GMS81C1408
Xin
Xout
RB0/AN0
RC3
RC4
RC5
RB2/INT0
RB1/BU
Vdd
RESET
Vss
RB3
RB4
RB5
RB6
RB7
RA0
RA1
RA2
RA3
RA4
RA5
RA6
RA7
RD0
RD1
RD2
RC6
VCC
Q801~805
DTC143TSA*5
COMMON4
COMMON3
COMMON2
COMMON1
R801~805
10K*5
R701~708
510*8
1.RUS
2.BAS
3.SPE
4.FRE
5.RAP
6.DOU
7.CAK
8.JAM
UC,LC
C4
C3
C2
C1
D7
1N4148*3
D8
D9
BAKING
UP
STOP
MENU
DOWN
START
R806~807
10K*2
C801~802
102 * 2
R903
R901
R904
R902
R604
1M
CR
4MHz
C601
103,25V
R602
800, 1%
R603
105K,
1%
C602
50V,1uF
CN3
BAKING
SENSOR
Q601
KRC107M
Q501
KRC107M
Q401
KRC107M
R501
680,1/2W
C501
104,50V
TM361
R502
100,1/2W
C502
0.1uF,275V
R401
51,1/2W
D6
1N4148
RELAY
KB1-H12S
M
CN2
MOTOR C
AC450V / 2uF
R301
10K
R302
5.1K
C301
103, 25V
Q301
KRC107M
C302
103, 25V
Q201
KRC107M
R201
2K,1/4W
BUZZER
C109
104,50V
R105
5.1K
C108
104,50V
C107
50V
1uF
IC2
R104
3.3K
C105
103,
25V
C106
5.5V,
0.047F
C104
16V,
100uF
Q101
D1351
ZD1
4734(5.6V)
R103
1/2W
C103
103, 25V
D5
1N4007
C102
25V
1000uF
R102
2.2
R101
33K
D1
D2
D3
D4
1N4007*4
P-TRANS
C101
0.1uF,
275V
ZNR
CN1
H

LOCA. NO.	DESCRIPTION	PART NO			REMARK
		HB-156JE	HB-206CE		
1	P.C.B	6046FB3169B		1	
2	MAIN I.C	0IHY811408B		1	IC1
3	OTP I.C	0IHD871408Y		1	IC1
4	RESET IC	0IKE703600A		1	IC1
5	VARISTOR	CQ39071A		1	ZNR
6	RESONATOR	CS12126B		1	CR
7	TRANS	6170FX2002H		1	POWER TRANS
8	TRIAC	CS12177A		1	TRIAC
9	RELAY	CS12144A		1	RELAY
10	BUZZER	6908FX4003A		1	BU
11	DISPLAY	0CDP403910A		1	DISPLAY
12	LED	0LD124009AA		8	LED1~7
13	TACT SWITCH	CS12158A		6	S/W1~6
14	C' R.F.I	0CY1040R530		2	C101,502
15	C' STAR	CS13002B		1	C106
16	C' BOX	0CY2000V530		1	BC1
17	C' ELECTROLYTIC	CE102D1M		1	C102
18	C' ELECTROLYTIC	CE101C1M		1	C104
19	C' ELECTROLYTIC	0CE1053KM28		2	C107,602
20	C' CERAMIC	0CC1020H949		3	C801~803
21	C' CERAMIC	0CC1030H949		5	C103,105,301,302,601
22	C' CERAMIC	0CC1040H949		4	C108,109, 110, 501
23	TRANSISTOR	0TR107009AA		5	Q201,301,401,501,601
24	TRANSISTOR	0TR143009AA		5	Q801~805
25	TRANSISTO	0TR135100AA0 ,	0TR205800AA	1	Q101
26	D' RECTFIER	0DD400709AA		5	D1~5
27	D' SWITCHING	0DD414809AA		3	D6~8
28	D' ZENER	0DZ473400AA		1	ZD1
29	R' METAL OXIDE	0RS0512H609		1	R401
30	R' METAL OXIDE	0RS1000H609		1	R502
31	R' METAL OXIDE	0RS6800H609		1	R501
32	R' METAL OXIDE	0RS1501H609		1	R103
33	R' CARBON	0RD2001G608		1	R201
34	R' CARBON	0RD0221F608		1	R102
35	R' CARBON	0RD5100F608		8	R701~708
36	R' CARBON	0RD3301F608		1	R104
37	R' CARBON	0RD4701F608		2	R105,302
38	R' CARBON	0RD1002F608		10	R301,801~807,901,904
39	R' CARBON	0RD3302F608		1	R101
40	R' CARBON	0RD1004F608		1	R604
41	R' METAL	0RN8000F408		1	R602
42	R' METAL	0RN1003F408		1	R603
43	JUMP WIRE	43607015		22	J1~22
44	WAFER	6630FX4001A		1	CN1
45	WAFER	0CCN39605SA		1	CN2
46	WAFER	4H90045A		1	CN3
47	CABLE HOLDER	CS15007E		2	
48	FLAT CABLE	6850FB3170A		1	
49	P.E FOAM	0CPF1030071		1	

Принципиальная схема хлебопечки HB-156JE компании LG



XW1
XW2
XW3
DA1 DA-OPA27GU
DA2 UMS2400
DA3 ADL5350
DA4 SGA-0486
DA5
DA6 AD8318
DD1 ADF4112BRU
DD2 LT1016CS8
TR1
TR2
TR3
TR4
ZQ1
L31
X1
N Цепь
1 CLK
2 DATA
3 LOCK DET
4 LE
5 DGND
6 DGND

Светодиодный светильник с регулируемой яркостью

Андрей Кашкаров, г. Санкт-Петербург

В больших квартирах и частных домах в вечернее и ночное время трудно проследовать по темным коридорам или лестницам. Для собственной безопасности, чтобы не передвигаться, что называется, на ощупь, приходится включать освещение. Многие так и поступают, но есть и альтернативный вариант – светильники мягкого света, которые можно устанавливать автономно в любом месте на усмотрение хозяина.



Кроме безусловных «плюсов» такие автономные светильники имеют несколько существенных недостатков.

Во-первых, автономность – питание от батарей или аккумуляторов, которые со временем приходят в негодность или нуждаются в зарядке.

Во-вторых, в качестве освещающего элементов в таких устройствах задействованы лампы накаливания, имеющие (как и все лампы накаливания) низкий КПД, малый ресурс работы и потребляющие относительно большой ток. В качестве альтернативного экономичного варианта предлагается простое электронное устройство, схема которого показана на **рис.1**. В нем в качестве осветительных элементов применены мощные светодиоды.

Устройство представляет собой импульсный низковольтный регулятор мощности постоянного тока, позволяющий изменять яркость свечения мощных светодиодов или значение тока в другой активной нагрузке. По сравнению со светильниками на основе ламп накаливания такое устройство лишено главных недостатков – ресурс работы светодиодов соответствует нескольким десяткам тысяч часов, предусмотрена возможность плавной регулировки мощности освещения, устройство предназначено для питания как от автономных источников тока (батареек или аккумуляторов), так и от стационарного стабилизированного источника питания с напряжением 6…15 В. Кроме того, оно просто в повторении, так как содержит всего одну КМОП-микросхему.

Применение в схеме светодиодов позволяет широко расширить область его применения.

Так, если вместо указанных на схеме светодиодов установить светодиоды другого цвета свечения (синего, желтого, красного, зеленого и других), кроме того, установить даже мигающие светодиоды, тогда данное устройство можно с успехом применять в качестве аварийной индикации каких-либо процессов. При этом яркость его свечения не уступает яркости нескольких миниатюрных ламп накаливания (на напряжения 6,3…13,5 В) но, по сравнению с ними, такое устройство потребляет гораздо меньшую мощность.

Устройство можно использовать для плавной регулировки освещенности в салоне автомобиля, а также для регулировки яркости подсветки его приборной панели и для многих других целях.

Работа устройства

В устройстве (**рис.1**) применена микросхема К561ЛЕ5, три элемента которой включены по схеме инверторов. В каждой микросхеме К561ЛЕ5 имеется четыре однотипных элемента. На элементах DD1.1 и DD1.2 собран генератор прямоугольных импульсов с регулируемой скважностью.

Импульсы с выхода второго элемента, DD1.2 через DD1.3 поступают на затвор мощного полевого транзистора VT1, в цепь истока которого через ограничительные резисторы R3 и R4 включена нагрузка – две цепи по четыре светодиода HL1–HL8. Транзистор VT1 при отсутствии сигнала на затворе имеет большое сопротивление (порядка нескольких МОм) перехода сток-исток, поэтому ток потребления устройства ничтожно мал – всего несколько мкА (когда светодиоды не светятся), и, при включенном VT1 может доходить до 200 мА (в зависимости от режима работы устройства и типа примененных мощных светодиодов).

Когда на выходе инвертора DD1.3 присутствуют импульсы с преобладающим высоким уровнем напряжения, транзистор VT1 находится в открытом состоянии большую часть периода импульса, генерируемого ИМС DD1. Когда на входе транзисторного ключа будут прямоугольные импульсы с преобладающим низким уровнем напряжения (это зависит от положения движка переменного резистора R2, регулирующего скважность импульсов), транзистор находится в открытом состоянии меньшую часть периода импульсов генератора на DD1. При этом ток через светодиоды уменьшается вплоть до почти полного его отсутствия.



Яркость светодиодов HL1–HL8 изменяется в зависимости от уменьшения или увеличения скважности положительных импульсов на выходе элемента DD1.3.

Все неиспользованные входы микросхемы DD1 (выводы 12, 13) желательно объединить между собой и подключить к «+» питания.

Транзистор VT1 следует установить на теплоотвод, он потребуется в случае длительного использования устройства во включенном состоянии (в режиме 24 часа).

Переключение транзистора происходит с почти постоянной частотой около 100 Гц. С помощью переменного резистора R2 скважность импульсов можно изменять так, что мощность, подводимая к нагрузке, варьируется в пределах от 5 до 95% от предельного значения. Свечение светодиодов получается мягким, мерцания не заметно.

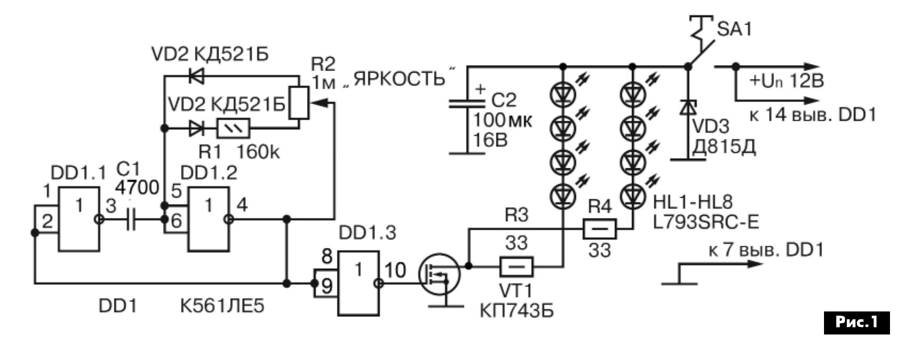


Рис.1

Конструкция и детали

Печатная плата устройства для экономии времени не разрабатывалась. Элементы закрепляют на монтажной плате. Выводы соединяют перемычками проводами МГТФ сечением 0,2...0,35 мм. Промышленный корпус светильника (см. **фото**) с регулятором внутри крепят в удобном месте и соединяют проводниками со стационарным источником питания через компактный разъем, например РП10-5.

Ручка регулировки переменного резистора должна быть доступна для изменения яркости светодиодов в случае необходимости.

Полевой транзистор КП743Б можно заменить КП743А, КП510 с любым буквенным индексом или зарубежным аналогом IRF511.

Все постоянные резисторы типа МЛТ или С2-23. При длительной эксплуатации устройства резисторы R3, R4 будут нагреваться до температуры 40...50°С. Если предполагается работа в режиме 24 часа – R3 и R4 лучше заменить более мощными, с мощностью рассеяния 1 Вт.

Переменный резистор R2 (кроме рекомендуемого СПО-1БВ) может быть типа СП3-12В, СП3-30В и аналогичного. Желательно, чтобы он имел линейную характеристику изменения сопротивления – букву «А» в индексе.

Конденсатор С1 типа КМ-6 или К73-17, что предпочтительней. Оксидный конденсатор С2 фильтрует пульсации напряжения источника питания по низкой частоте. Он может быть любого типа, например К50-29.

Диоды VD1, VD2 можно заменить КД521, КД522, Д311 и аналогичными с любым буквенным индексом. Стабилитрон VD3 служит в качестве защитного элемента при перенапряжении от источника питания (к примеру, при установке устройства в автомобиль). Если использовать устройство в квартире с питанием от стабилизированного источника, то VD3 можно исключить из схемы.

Вместо микросхемы К561ЛЕ5 можно применить микросхему К561ЛА7. Кроме того, допустима замена микросхемой К561ЛН2 с учетом того, что у нее другая цоколевка выводов.

Светодиоды, кроме указанных на схеме, могут быть типа RS276-143 и аналогичные. Если указанные на схеме светодиоды (8 шт.) окажутся слишком яркими, их количество можно сократить до 6 шт. При этом надо увеличить номинал R3 и R4 до 91 Ом и установить их мощностью 1 Вт.

Настройка

Настройки устройство не требует.

В точке соединения выводов 1, 2, 4 микросхемы DD1 осциллографом удобно контролировать наличие импульсов и, при изменении положения движка переменного резистора R2, их скважность.

Мощные светодиоды L793SRC-E имеют силу света 2,8 кандел. Она несравнима с силой свечения популярного некогда индикаторного светодиода АЛ307БМ (не более 10 милликандел), поэтому по величине светового потока, а также из-за возможности регулировки силы свечения, предлагаемое устройство, на мой взгляд, останется актуальным еще долго.

Отвечаем на вопросы и письма наших читателей



В конце декабря 2015 г. В редакцию пришло электронное письмо от нашего постоянного читателя **Александра Нежинского**, в котором он пишет: «Думаю, что редакция должна прислушиваться к мнению читателей. Перейду к сути вопроса. Читаю я, например, РА №10 за 2015 г. На стр.36 там есть статья «Регулятор мощности для нагревательных приборов». Статья, на первый взгляд, интересная, но, если взять по сути, то кому она интересна? Кто будет внедрять ее в жизнь, если есть схемы решения регулировки мощности гораздо проще и дешевле? Например, взять первую попавшуюся ссылку из Интернета:

http://radiokot.ru/circuit/power/converter/37/.

Чем эта схема хуже той, которая рассмотрена в вышеуказанном номере? Пускай автор статьи Олег Белоусов из г. Черкассы расскажет. Я считаю, что предложения, которые печатаются в журнале, должны быть актуальны и действительно просты в исполнении».

Спасибо за письмо с критикой. Обратная связь читателей с редакцией журнала всегда полезна для обеих сторон. Все же замечу, что Вы не совсем правы.

Действительно регулятор мощности, на описание которого Вы дали ссылку, заметно проще и дешевле рассмотренного в статье О. Белоусова, но он имеет недостаток, который с лихвой перекрывает перечисленные выше достоинства. Этот недостаток проявляется в том, что регулятор мощности, на который Вы ссылаетесь, создает большие помехи для других устройств через сеть. Это связано с тем, что в этом устройстве используется фазо-импульсное управление моментом открывания симистора в каждую полуволну напряжения сети, а, значит, в токе нагрузки регулятора присутствует сильное искажение формы синусоиды. В этом токе возникает множество гармоник, амплитуда которых пропорциональна току нагрузки. Этого недостатка лишен регулятор мощности из статьи О. Белоусова, т.к. в этом регуляторе выходная мощность регулируется «выгрызанием» целых полупериодов в токе нагрузки, не искажая при этом формы оставшихся полупериодов. Поэтому регуляторы подобного типа востребованы как в быту, так и в народном хозяйстве.

Ну, а какой регулятор мощности изготавливать: простой, недорогой, но «шумящий» или более дорогой и сложный, но с малым уровнем помех – это выбор радиолюбителя.

Шевчук Виктор Дмитриевич из Житомирской области спрашивает: «Приобрел усилитель низкой частоты мощностью 100 Вт, который изготовлен одним из предприятий г. Запорожье. Он собран на микросхеме TDA4294. Усилитель вышел из строя. Меня интересует, какое напряжение питание должно быть у этой микросхемы: двухполярное или однополярное? И еще, в американском частотном регуляторе скорости для трехфазного электродвигателя сгорела микросхема TL555C в плоском корпусе для поверхностного монтажа с 8-ю выводами. На что ее можно заменить?»

Микросхема (МС) TDA4294 – это МС одноканального усилителя мощности звуковой частоты с двухполярным питанием до ±50 В (максимальное значение). Напряжение питания конкретного усилителя зависит от сопротивления нагрузки и выбирается в соответствии с рекомендациями «даташита». Например, при нагрузке 4 Ом напряжение питания не должно превышать ±27 В. Теоретически, при внесении соответствующих изменений в типовую схему УМЗЧ, возможно питание этого устройства от однополярного источника напряжения до 100 В. Какое включение этой микросхемы использовали на запорожском предприятии надо смотреть по схеме усилителя или по его монтажу.

Микросхема с маркировкой TL555C – это МС типа TLC555C компании Texas Instruments. Одну букву «C» в маркировке этой МС изготовитель «проглатывает» по той простой причине, что полная маркировка элементарно не вмещается на поверхности небольшого корпуса. Она выпускается в нескольких разных корпусах соответствующих приведенному описанию, например, SOIC-8 (SO-8), TSSOP-8.

TLC555C отличается от классической МС, так называемого, 555-го таймера тем, что выполнена с использованием процесса LinCMOS™ (на полевых транзисторах), а, значит, имеет малое потребление и большое входное сопротивление. Поэтому в генераторах-таймерах на TLC555C во времязадающих цепях используются конденсаторы меньшей емкости, чем аналогичные в устройствах на классическом 555-м таймере. Прямая замена МС TLC555C классическим 555-м таймером не допустима, хотя последние можно встретить в корпусах SOIC-8 (SO-8) и TSSOP-8. Они имеют тоже расположение выводов.

Прямой заменой TLC555C является таймер 7555, например ICM7555 компании NXP Semiconductors (бывший Philips). Важно найти этот таймер в соответствующем корпусе.

Наш постоянный читатель **Игорь Ильич Рева** из Николаева ищет принципиальную схему хлебопечки HB-156JE производства компании LG. Мы публикуем эту схему и перечень деталей к ней на вкладке этого номера (см. стр. 28, 29).

От имени редакции на вопросы отвечал главный редактор Игорь Безверхний

Активный широкополосной входной щуп для частотомера

Андрей Бутов, с. Курба, Ярославской обл.

Большинство самодельных цифровых частотомеров имеют низкое входное сопротивление, большую входную ёмкость и низкую чувствительность.



Указанные выше факторы могут негативно сказаться на точности измерений частоты. Чтобы избежать этого, можно изготовить активный широкополосной входной щуп для цифрового частотомера.

Принципиальная схема такого щупа показана на **рис.1**. Устройство представляет собой высокочувствительный входной щуп с формирователем прямоугольных импульсов, имеет высокое входное сопротивление и малую входную ёмкость. Диапазон входных частот, при которых устройство сохраняет работоспособность, лежит от 2 Гц до 38 МГц. Это значительно превышает диапазон рабочих частот других аналогичных устройств, в которых верхняя граничная частота формирователя прямоугольных импульсов обычно не превышает 1...10 МГц.

На частотах выше 1 МГц обычно нет необходимости использовать формирователь прямоугольных импульсов для корректной работы цифрового частотомера, но применение более широкополосного активного щупа повышает удобство работы с частотомером, поскольку уменьшается количество ручных переключений частотомера из «низкочастотного» режима работы в «высокочастотный» и наоборот. Применение активного широкополосного входного щупа также позволяет уменьшить вероятность неточного измерения сигналов низкой частоты, когда частотомер работает в «высокочастотном» режиме.

Высокая чувствительность и большое входное сопротивление позволяют измерять частоту маломощного генератора, просто расположив наконечник щупа рядом с кварцевым резонатором или контуром. Также для измерения рабочей частоты кварцевого резонатора обычно достаточно прикоснуться щупом к его металлическому корпусу. Для измерения частоты работающего передатчика домашней, автомобильной радиостанции достаточно соединить накоротко «крокодил» общего провода с наконечником выносного блока и поднести образовавшуюся петлю к «П» контуру или антенне на расстояние 1...10 см. Такой бесконтактный способ измерения удобен тем, что практически не влияет на параметры измеряемой цепи.

Работа устройства

Входной периодический сигнал произвольной формы через защитную цепь из элементов C1, R1, C2, R2, C3, R3 поступает на затвор n-канального высокочастотного полевого транзистора с изолированным затвором VT1. Входное сопротивление щупа в режиме работы с сигналом амплитудой до 1,5 В около 1 МОм. Входная ёмкость около 4 пФ. Диоды VD1–VD6 ограничивают амплитуду входного сигнала и защищают VT1 от перегрузки по входу. Усилительный каскад на VT1 получает питание через RC-фильтр R7, C4, C5. Далее сигнал со стока VT1 через разделительный конденсатор C7 поступает на двухкаскадный усилитель на полевых транзисторах VT2 и VT3, включенных по схеме с общим истоком.

Каскад на транзисторах VT4 и VT5 придает усиленному до ТТЛ уровней сигналу форму, близкую к прямоугольной, и сигнал через резистор R16 подаётся на один из входов DD1.1. Триггер Шмитта на логических элементах D1.1 и D1.2 и выходной буфер на D1.3 и D1.4 увеличивает крутизну фронтов, формирует прямоугольный сигнал, уже пригодный для подачи на вход счетчиков/делителей ТТЛШ- или КМОП-микросхем.

При подаче на вход устройства низкочастотного синусоидального сигнала амплитудой 10...20 мВ на стоке VT3, благодаря общему высокому коэффициенту усиления, форма сигнала уже приближается к прямоугольной, благодаря чему формирователь может безошибочно работать в области низких частот. Светодиод HL1 информирует о наличии напряжения питания +5 В. Конденсаторы C9–C11 блокировочные по цепям питания.

Конструкция и детали

Все детали устройства, кроме светодиода, можно смонтировать на печатной плате размерами 122x22 мм (**рис.2**). Входной щуп собран в корпусе размерами 175x20x20 мм от генератора сетчатого поля для телевизоров УЛПЦТИ (см. **фото**).

В конструкции можно применить резисторы типа С1-4, С1-14, МЛТ или аналогичные импортные. Резисторы устанавливают вертикально. Подстроечный резистор РП1-63М или аналогичный. Конден-

саторы применены керамические К10-17, К10-50 или импортные. Конденсатор С1 малогабаритный плёночный на рабочее напряжение постоянного тока 250 В. С таким конденсатором на вход щупа можно подавать низкочастотный сигнал (менее 100 кГц) амплитудой до 160 В. Оксидные электролитические конденсаторы импортные малогабаритные низкопрофильные, предпочтительнее танталовые на рабочее напряжение от 6 В.

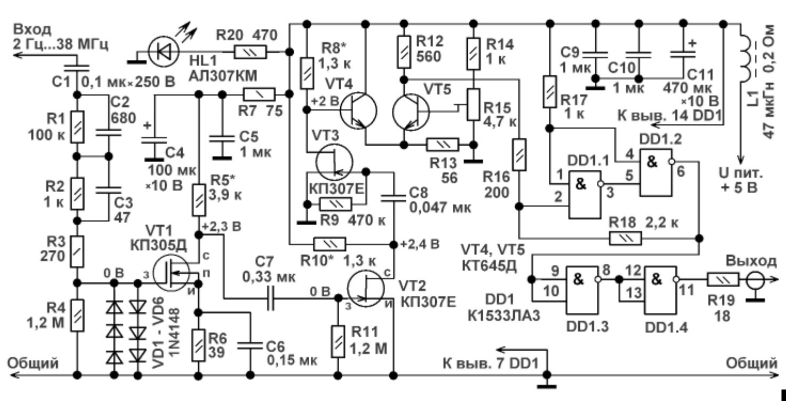


Рис.1

Диоды 1N4148 можно заменить КД503, КД510, КД521, КД522. Светодиод АЛ307КМ можно заменить любым другим. Вместо транзистора КП305Д подойдёт любой из серий 2П305, КП305. На время монтажа этого транзистора все его выводы обматывают проволочной перемычкой, этот транзистор должен продаваться с соединёнными вместе выводами с помощью тонкой трубки. Транзистор КП307Е можно заменить любым из серии КП307, 2П307, предпочтительнее 2П307А. Транзисторы КТ645Д можно заменить КТ645, КТ6111, ВС550. Цоколёвка некоторых транзисторов показана на **рис.2**, вид со стороны выводов. ИМС К1533ЛА3 можно заменить К531ЛА3 или высокоскоростной К1554ЛА3.

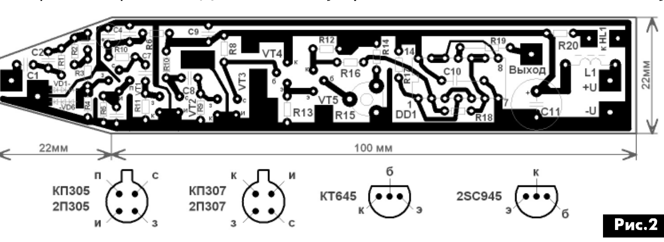


Рис.2

Дроссель L1 малогабаритный промышленного изготовления индуктивностью 22...100 мкГн с сопротивлением обмотки не более 0,2 Ом.

Настройка устройства

Вход щупа с помощью «крокодила» временно закорачивают с общим проводом. Подбором резисторов R5 и R10 нужно установить напряжения на стоках VT1 и VT2 2...3 В. Подбором R8 установить напряжение 1,5...2 В на стоке VT3. Далее на вход формирователя подают синусоидальный сигнал частотой 50...100 Гц и амплитудой 1...50 мВ. Подстройкой положения подвижного контакта R15 добиваются прямоугольной формы сигнала на выводе коллектора VT5. При отсутствии осциллографа R15 подстраивают по максимальной чувствительности.

Подключив устройство к входу цифрового частотомера, подбором R18 добиваются устойчивого переключения микросхемы DD1 на низких частотах при наименьшей амплитуде входного сигнала. При необходимости, повысить чувствительность устройства можно, подключив к выводу базы VT5 конденсатор ёмкостью 2,2...15 мкФ, вывод минуса которого соединён с общим проводом.

Для питания активного щупа подойдёт источник напряжения +4,9...5,3 В с током нагрузки 0,2 А. При наличии в частотомере напряжения +5 В, можно его использовать, если этот источник питания имеет запас по мощности.

После настройки устройства печатную плату оборачивают несколькими слоями липкой ленты, поверх которой наматывают экранирующий слой липкой алюминиевой фольги. Экран из алюминиевой фольги соединяют с общим проводом устройства. После этого плату можно вставить в корпус. Такой активный щуп в течение длительного времени эксплуатируется совместно с частотомером-конструктором модели F51.12, собранном на микроконтроллере 80С31 (1830ВЕ31).



Новые наборы фирмы «Мастер» для измерения напряжения и тока

Юрий Савицкий, г. Киев

(Продолжение. Начало см. в РА 1/2016)

Во второй части статьи автор завершает рассмотрение наборов цифровых вольтметров от компании «Мастер» и рассказывает об амперметрах этой фирмы и их особенностях.

Обычно диапазон измерения шире, чем диапазон напряжений питания. Но в случае, когда измеряемое напряжение не выходит за диапазон напряжений питания, можно объединить цепи питания и измерения. В таком случае говорят о двухпроводном подключении электронного вольтметра. Это удобно, например, в автомобиле или другой батарейно-аккумуляторной технике, где измеряемое напряжение изменяется в небольшом диапазоне.



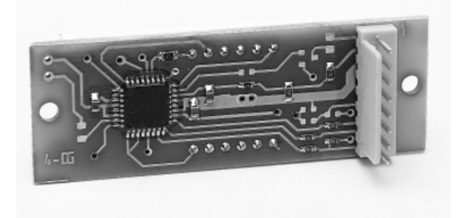


Фото 3

Вольтметры VM36, VM15 и VM3v (**фото 2**) имеют встроенный стабилизатор напряжения питания, причем цепи ПИТАНИЕ и ИЗМЕРЕНИЕ при изготовлении соединены, поэтому в таком включении диапазон измерения равен допустимому диапазону питания. Для расширения диапазона измеряемых напряжений до значений, указанных в **табл.2**, необходимо разомкнуть указанные цепи и использовать питание, не связанное с линией ИЗМЕРЕНИЕ. Стабилизатор питания имеется и в вольтметре VM12, но у него все три линии выведены на клеммную колодку. В любом случае надо помнить, что по линии ПИТАНИЕ потребляется ток от 20 до 50 мА. Причем из-за использования динамической индикации потребление носит сложный импульсный характер.

Обратим внимание читателей на некоторые особенности разных моделей. Вольтметры VM15DC и VM3v измеряют напряжения до 9,99 В с дискретностью 0,01 В, а выше 10 В с дискретностью 0,1 В. Такая повышенная разрешающая способность позволяет измерять малые напряжения со значительно большей точностью. Более того, модель VM3v может питаться весьма малым напряжением, начиная от 2,5 В, что позволяет использовать данный вольтметр на борту разнообразных моделей и встраивать в другую низковольтную технику, например, с питанием от литиевого источника. Такая возможность пригодится для точного измерения, как степени заряда аккумулятора, так и других параметров, преобразованных в напряжение.

В группе вольтметров с высотой знака 14 мм модель VM4d20 (**фото 3**) также имеет разрешающую способность 0,01 В, причем такая дискретность сохраняется во всем диапазоне измеряемых напряжений – от 0 до 20...22 В. В отличие от других рассматриваемых наборов в этом вольтметре используется индикатор на 4 знака. Вместе с возможностью питания напряжением 7...25 В, эта модель видится очень полезной и простой в применении для контроля состояния широкой гаммы аккумуляторов с рабочим напряжением от 9 до 20 В, в том числе и автомобильных.

Интересной особенностью обладает вольтметр VM5. Речь идет о выходе, сообщающем о достижении порога, который был установлен пользователем. Такой выход можно использовать для сигнализации о недопустимом напряжении, как при перегрузке «вверх», так, например, и при сильном разряде аккумулятора. В зарядных устройствах этим выходом можно переключить режим зарядки при достижении нужного напряжения.

Специальные вольтметры

К этой группе вольтметров можно отнести и набор с названием «Цифровая шкала SD356». Он предназначен для работы с линейными датчиками разнообразных физических величин. Датчики могут быть соединены с общим проводом, как, например, в автомобиле, или быть элементом цепи с интерфейсом 4...20 мА. По сути, данная цифровая шкала – это вольтметр постоянного тока с ди-

апазоном входного напряжения до 2,8 В, но отображение измеренного напряжения происходит с масштабированием и, при необходимости, со сдвигом нуля. Параметры такого преобразования, а также место десятичной точки полностью программируются пользователем. В результате, «Шкала» показывает любую физическую величину в нужном диапазоне и в естественных единицах этой величины: Паскали, градусы, литры или, например, проценты. Еще одно полезное свойство – это наличие выходного управляющего сигнала при достижении заданного значения с раздельно устанавливаемыми порогами для срабатывания и отпускания.

Последним в группе вольтметров рассмотрим набор «Милливольтметр – амперметр AM85DC». Как следует из названия, он содержит вольтметр для измерения малых напряжений (до 85 мВ). Типичная потребность в таком диапазоне возникает при измерениях тока с помощью стандартных шунтов на 75 мВ.

Еще одна полезная особенность этого прибора. В простых электронных измерителях тока шунт обычно одним концом соединен с минусом питания модуля. Во многих случаях это весьма неудобно и необходимо применять источник питания, гальванически развязанный от измеряемой цепи. Типичным случаем является измерение тока в автомобиле, где включить шунт в минусовый провод почти невозможно. Модуль AM85DC с помощью специального дифференциального входа успешно справляется с этой задачей. Синфазное входное напряжение, измеренное относительно минуса питания этого модуля, может находиться в диапазоне от –2 В до +65 В, что позволяет измерять небольшое падение напряжения, например, на шунте, в любых цепях, имеющих потенциал в указанных пределах. На практике это означает, что можно запитать модуль от автомобильной сети (через стабилизатор 5 В), а шунт «врезать» в любой провод, подающий ток к интересующему нас узлу. Еще одно типичное применение этого модуля – измерение напряжения в диагонали моста, например, из тензорезисторов. И, наконец, «просто милливольтметр» с разрешающей способностью 0,1 мВ – тоже очень полезное измерительное устройство.

Вдобавок к такому замечательному входу модуль AM85DC обладает еще и всеми свойствами универсальной масштабируемой шкалы с произвольным местом десятичной точки. Это позволяет создать измеритель (например, амперметр с нестандартными шунтами) на любой диапазон, быстро и просто провести для каждого датчика индивидуальную калибровку и в естественных физических единицах индицировать результаты измерений. Об особенностях этого универсального модуля планируется рассказать в одной из следующих статей.

Амперметры

Амперметры (АМ) также можно разделить на амперметры переменного и постоянного тока. Отметим, что все рассматриваемые амперметры выпускаются с размером знака 14 мм.

К группе амперметров переменного тока относится модуль ATT50AC (**фото 4**) в комплекте с малогабаритным трансформатором тока (ТТ) до 50 А. Программный алгоритм обеспечивает измерение истинного среднеквадратичного значения тока. Гибкая калибровка вместе с возможностью изменения количества витков первичной обмотки позволяют получить со штатным ТТ амперметр со «шкалами» от 0,999 А до 50,0 А, а подключение дополнительно «большого» ТТ расширяет диапазон измерений вплоть до 1000 А. Имеется также выходной сигнал превышения заданного пользователем значения тока. Такие возможности делают этот модуль достаточно универсальным прибором.



Фото 4

Интересно устроены амперметры переменного тока серии AM716/718, которые работают без трансформатора тока, что существенно упрощает их инсталляцию. Ток измеряется с помощью миниатюрного встроенного датчика Холла, который, к тому же, создает гальваническую развязку от сети. Благодаря гальванической развязке несколько разных устройств могут быть запитаны от одного блока питания и при этом измерять ток в разных фазах сети. Приборы серии AM716 изготавливаются на токи 5,00 А; 15,0 А и 20,0 А. В отличие от них, модель AM718 предназначена для подключения внешнего ТТ со стандартным выходом 5 А. Благодаря тому, что в памяти прибора хранятся «шкалы» практически для всех распространенных ТТ, с помощью этого модуля можно измерять ток до 8000 А. В дополнение к этому, модуль позволяет проводить электронную калибровку, которая предназначена для финишной подстройки результата измерений и полезна для нестандартных ТТ. В амперметрах серии AM716/718 также используется алгоритм измерения среднеквадратичного значения тока.

(Окончание следует)

IMRAD
Электронные компоненты
03113, Украина, г.Киев, ул. Шутова 9а, подъезд 3
Тел. 495-21-10, 495-21-13, 490-21-95
www.imrad.com.ua, kitsupport@ukr.net



Широкополосный понижающий конвертор с двойным преобразованием частоты

Петр Ксензенко, Петр Химич, г. Киев

(Продолжение. Начало см. в РА 11–12/2015 и РА 1/2016)

В третьей части статьи авторы заканчивают объяснять схему АРУ, а далее идет речь о требованиях, предъявляемых к конверторам, особенностям их схемотехники, приведена схема и монтажная схема первого конвертора.

Для построения схемы АРУ достаточно этих двух микросхем, которые должны быть включены в соответствии со схемой на **рис.9**. В нашей разработке не использован направленный ответвитель, поскольку развязка от нагрузки достигается с помощью дополнительного каскада усиления. Вместо ответвителя применен резистивный делитель.

Обоснование исходных данных

Для того чтобы определить исходные параметры для проектирования схемы, представим ее работу в качестве тракта промежуточной частоты приемника РРС. Вначале рассчитаем динамический диапазон по входу нашего конвертора. Для этого воспользуемся формулой, рекомендуемой Международным Союзом Радиосвязи (ITU) для определения мощности передатчика P_T. Она имеет такой вид:

P_T (дБм) = P_R (дБм) + 32,44 + 20 lg f (МГц) – G_R (дБ) – G_T(дБ) + 10N·lg d (Км),

где:

P_T – мощность на выходе передатчика (дБм);

G_T – коэффициент усиления передающей антенны (дБ);

G_R – коэффициент усиления приемной антенны (дБ);

f – средняя рабочая частота радиоканала (МГц).

N – это, так называемая, «экспонента потерь», которая отражает характер распространения сигнала в канале передачи. Ориентировочные значения N для различных условий распространения приведены в **табл.1**.

При прочих равных условиях расстояние связи зависит от чувствительности приемника P_R и от условий распространения в канале передачи, определяемых значением N.

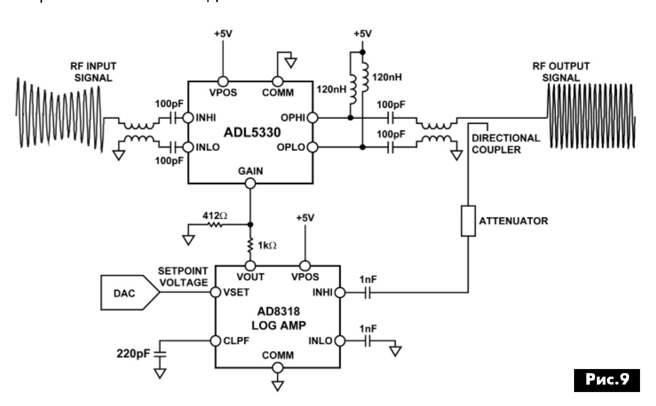


Рис.9

Для примера определим необходимую мощность P_T для передачи одного канала с модуляцией QPSK на частоте в радиолинии 12 ГГц и для расстояния d=50 км. Примем такие исходные данные: G_T=30 дБ, G_R=30 дБ, N=2,7 (самый легкий режим распространения для города), f=12000 МГц, BW – шумовая полоса канала = 35000000 Гц, S/N – отношение сигнал/шум в демодуляторе для QPSK = 12 дБ.

Спектральная плотность мощности теплового шума в антенне = –174 дБм/Гц.

Кш – коэффициент шума приемника, приведенный к его входу = 5 дБ.

Сначала найдем мощность P_R:

P_R = –174 дБм/Гц + 10 lg BW + Кш (дБ) + S/N = –82 дБм.

Подставим величины параметров в формулу:

P_T = –82 + 32,44 + 81,58 – 30 – 30 + 45,87 = +17,89 дБм (62 мВт).

На данном этапе главными параметрами будут пороговая чувствительность приемника, т.е. мини-

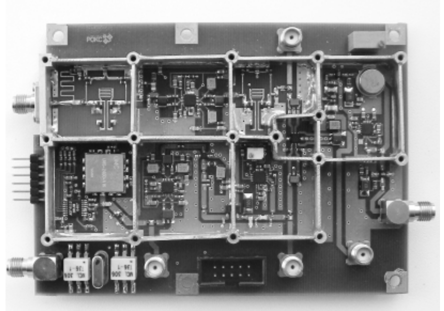
Таблица 1

Условия распространения	Экспонента потерь
Свободное пространство	2
Условия города	2,7...3,5
Город с плотной многоэтажной застройкой	3...5
Здание прямо по ходу луча	4...6

мальный уровень сигнала на его входе, при котором обеспечивается необходимое отношение сигнал/шум и уровень собственных шумов системы, который складывается из шумов на фланце приемной антенны (шумов земли) и собственного шума приемника, приведенного к его входу. Пороговая чувствительность равна P_T=–82 дБм. Уровень шумов по входу ниже этой величины на значение отношения сигнал/шум для данного типа модуляции: –82–12=–94 дБм.

Предположим, что мы используем в качестве LNB профессиональный конвертор с коэффициентом усиления 40 дБ. Тогда на его выходе, а значит, и на входе проектируемого конвертора уровень шума будет составлять: –94 дБм + 40 дБ = –54 дБм, а пороговый уровень: –54 + 12 = –42 дБм. Замирания сигнала, вызванные федингами, учтены за счет введения в расчетную формулу экспоненты потерь N. Если установить в системе запас на потери в гидрометеорах 20 дБ, то максимальный сигнал на входе конвертора будет равен: –42 + 20 = –22 дБм.

В подобных системах LNB и проектируемый конвертор соединяются друг с другом с помощью коаксиального кабеля, который в L-диапазоне вносит заметные потери. Пусть эти потери равны 8 дБ. Тогда максимальный уровень сигнала по входу конвертора будет: –22 – 8 = –30 дБм.


Фото 1

Таким образом, преобразователь должен без искажений принимать сигналы с максимальной входной мощностью -30 дБм для нормальной работы и выдерживать максимальный уровень мощности 0 дБм. Хотя приемник и не сможет демо-

Таблица 2

№ п/п	Обозначение	Наименование (фирма-производитель)	Кол-во	Примечание
		Диоды		
1	VD1-VD4, VD6– VD9	BB857 (Infineon)	8	Варактор
2	DV5	BZV55-C5V6 (NXP)	1	Стабилитрон
		Микросхемы		
3	DA1	OPA27GU (TI)	1	Операционный усилитель
4	DA2	UMS-2400-A16 (UMC)	1	VCO
5	DA3, DA11	ADL5330ACPZ (Analog Devices)	2	VGA
6	DA4	SGA-4586 (Sirenza)	1	
7	DA5	RF3315 (RFM)	1	
8	DA6, DA10	AD8318ACPZ (Analog Devices)	2	Детектор-компаратор
9	DA7	PE4140-01 (Peregrine)	1	Смеситель
10	DA8, DA9	MSA-0486 (Avago)	2	
11	DA12	MC7812DT (ONS)	1	Стабилизатор
12	DA13	MGA-81563 (Avago)	1	Усилитель
13	DA14	MC7805DT (ONS)	1	Стабилизатор
14	DD1	ADF4112DRU (Analog Devices)	1	Синтезатор частот
15	DD2	LT1016CS8 (Linear Technology)	1	Компаратор
		Транзисторы		
16	VT1	BCX54 (Infineon)	1	
		Трансформаторы		
17	Тр1, Тр2, Тр6, Тр8, TP9	ETC1-1-13 (MACOM)	5	
18	Тр3, Тр4	T36-1-KK81 (Linear Technology)	2	
19	Тр5, Тр7	ETC1.6-4-2-3 (MACOM)	2	
		Фильтры		
20	ZQ1	FT10M30B	1	Кварцевый
21	ZQ2	ACTF480-7/480.0 (ACT)	1	ПАВ

DA12
РОКС
XW6
ZQ2
R45
X1
TR9
TR8
DA11
L25
L24
TR7
L17
L19
L16
L18
DA2
TR2
DA4
L6
L7
L8
DA8
L22
TR5
X5
L11
TR1
X7
ZQ1
XW2
TR4
TR3
XW1
X2
XW3

Рис.10

дулировать сигнал с уровнем входной мощности 0 дБм, тем не менее, он должен быть в состоянии противостоять входным сигналам с уровнями до 0 дБм без повреждения.

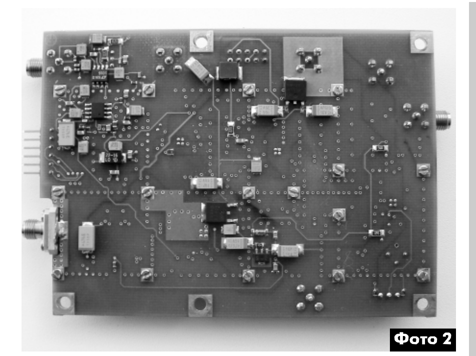
Эквивалентный коэффициент шума приемника, приведенный к его входу, складывается из тепловых шумов активных устройств, шумов зеркального канала и шумов гетеродина. Каждая из составляющих шума рассчитывается индивидуально. Также предполагается, что все каскады имеют одну и ту же эквивалентную шумовую полосу (BW). При включении перед нашим конвертором LNB с коэффициентом усиления 40 дБ коэффициент шума системы будет определяться в основном коэффициентом шума LNB и потерями в антенно-фидерном тракте. То, насколько сильно коэффициент шума конвертора повлияет на общий коэффициент шума приемника, можно увидеть, анализируя формулу для расчета коэффициента шума многокаскадных устройств:

$$F_{in} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \cdots$$

В данной формуле все величины (F_i и G_i) должны быть представлены не в логарифмических единицах, а в разах. Из формулы видно, что при достаточно больших коэффициентах усиления отдельных каскадов, общий коэффициент шума будет в основном определяться первым каскадом. Влияние же последующих каскадов будет незначительным. Аттенюатор, установленный перед активным устройством, увеличивает его коэффициент шума (в дБ) на величину собственных потерь аттенюатора (также в дБ). На входе конвертора, перед VGA установлен первый каскад перестраиваемого фильтра, который вносит в нижней части диапазона перестройки потери 6 дБ, а верхней – 2 дБ. Как видно из описания VGA, он не является малошумящим устройством. При больших затуханиях, вносимых его аттенюатором при регулировании, коэффициент шума будет очень большим. Для того чтобы смягчить его влияние на величину общего коэффициента шума, мы ввели в схему дополнительный малошумящий усилитель на микросхеме MSA-815 (Avago), которая имеет коэффициент шума (Кш) равный 2 дБ. С учетом потерь в фильтре и влияния шумов VGA получим внизу диапазона перестройки по частоте Кш=9 дБ, а в верхней части диапазона – Кш=5 дБ.

Несколько слов о шумовых параметрах усилителя с АРУ в схеме, поддерживающей постоянный уровень гетеродина на входе смесителя. При введении этой схемы в тракт гетеродина очень важно не ухудшить шумовые параметры гетеродина. Шумовое окно микросхемы ADL5330 составляет –150 дБн/Гц. При такой спектральной мощности собственного шума микросхема существенно не увеличит спектральной плотности мощности шума гетеродина даже при больших отстройках от несущей.




Фото 2

Принципиальная схема конвертора

Подведем итоги рассуждений и вычислений. Исходными для проектирования конвертора будут такие параметры (потери в соединительном кабеле не учитываем):

Диапазон перестройки частоты по входу . . . . от 950 до 1920 МГц.
Максимальный уровень сигнала по входу . . . . –22 дБм.
Минимальный уровень сигнала по входу . . . . –42 дБм.
Уровень шумов и помех на входе . . . –54 дБм.
Промежуточная частота первого преобразователя . . . . 480 МГц.
Ширина полосы радиоканала . . . . 36 МГц.
Уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка в указанном диапазоне входных уровней . . . . –40 дБн.

Расчетные уровни сигналов в различных характерных точках схемы показаны на структурной схеме конвертора (**рис.1**). Для того чтобы компенсировать возможный разброс параметров при реализации схемы (в частности, зависимость сквозного коэффициента усиления LNB от температуры), диапазон уровней по входу выбран несколько шире (–45...–15 дБм). На основании полученных исходных данных были выбраны ключевые активные и пассивные элементы схемы и спроектированы принципиальные схемы платы первого и второго преобразователей частоты. Схема первого преобразователя приведена на вкладке **стр.27** и **стр.30**. На **стр.27** показаны тракт RF, смеситель и тракт IF, а на **стр.30** тракт гетеродина и PLL синтезатор частот первого преобразователя.

Монтажный чертеж платы первого преобразователя показан на **рис.10**, а внешний вид – на **фото 1** и **фото 2**.

(Продолжение следует)



Интернет вещей



В 1926 году Никола Тесла в интервью для журнала «Collier's» сказал, что в будущем радио будет преобразовано в «большой мозг», все вещи станут частью единого целого, а инструменты, благодаря которым это станет возможным, будут легко помещаться в кармане. Цифровые технологии и Интернет прочно вошли в нашу жизнь. Да и при слове «сеть» мы все реже представляем себе рыболовную снасть или авоську. Через всемирную паутину связываются между собой не только люди, но различные вещи – устройства и целые комплексы, предназначенные для того, чтобы облегчить нам жизнь. Несколько лет назад появился и новый термин: «Интернет вещей», которому посвящен этот краткий Интернет обзор.

Определение понятия, взятого в качестве заглавия, иногда довольно сухо. Википедия объясняет его так: «Интернет вещей (IoT – Internet of Things) – это концепция вычислительной сети физических объектов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей, как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключающее из части действий и операций необходимость участия человека».

Существует множество других определений термина «Интернет вещей». В наиболее общем случае под этим понятием подразумевается единая сеть физических объектов, имеющих доступ в глобальную сеть и использующих встроенную технологию для измерения собственных характеристик или параметров внешней среды, анализа собираемых данных и передачи полученной информации на другие устройства.

Проще говоря, если мы приобрели скороварку и калорифер, которые можно включить дистанционно через Интернет, едучи, например, домой с работы, то, приехав, мы сразу можем наслаждаться теплом в комнате и горячим обедом. Все это мы получили благодаря концепции под названием «Интернет вещей». Соответствующим образом оснащенный холодильник, при наличии инфраструктуры, может сам заказать через сеть в супермаркете закончившиеся продукты без участия владельца холодильника. Примеров реализации и использования этой концепции можно привести множество.

Немного истории. В 1990 году выпускник MIT, один из отцов протокола TCP/IP, Джон Ромки создал первую в Мире Интернет-вещь. Он подключил к сети свой тостер. Сам термин Internet of Things («Интернет вещей») был предложен Кевином Эштоном в 1999 году. В этом же году был создан Центр автоматической идентификации (Auto-ID Center), занимающийся радиочастотной идентификацией (RFID) и сенсорными технологиями, благодаря которому эта концепция и получила широкое распространение, а 2008–2009 годах произошел переход от «Интернета людей» к «Интернету вещей», т.е. количество подключенных к сети предметов превысило количество людей.

Наполнение концепции «Интернета вещей» многообразным технологическим содержанием и внедрение практических решений для ее реализации, начиная с 2010-х годов, считается восходящим трендом в информационных технологиях, прежде всего, благодаря повсеместному распространению беспроводных сетей, появлению облачных вычислений, развитию технологий межмашинного взаимодействия, началу активного перехода на IPv6 и освоению программно-конфигурируемых сетей.

По мнению Роба Ван Краненбурга, «Интернет вещей» представляет собой «четырехслойный пирог»:

- 1-й слой (уровень) связан с идентификацией каждого объекта;
- 2-й уровень предоставлен сервисом по обслуживанию потребностей потребителя (можно рассматривать как сеть собственных «вещей» частный пример – «умный дом»);
- 3-й уровень связан с урбанизацией городской жизни, т.е. это концепция «умного города», где вся информация, которая касается жителей этого города, стягивается в конкретный жилой квартал, в ваш дом и соседние дома;
- 4-й уровень – сенсорная планета.

Иными словами, Интернет вещей можно рассматривать как сеть сетей, в которой небольшие малосвязанные сети образуют более крупные.

В течение многих лет огромный потенциал «Интернета вещей» не был полностью раскрыт ввиду влияния таких технических факторов, как ограниченный срок службы аккумуляторов оконечных устройств сети, необходимость использования дополнительных ретрансляторов для обеспечения надежной связи, особенно в услови-

ях городской застройки, высокие материальные затраты и недостаток необходимых стандартов.

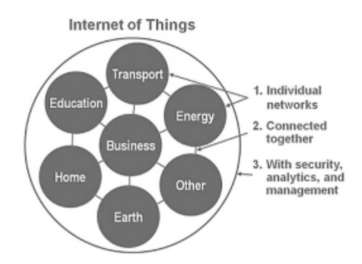
По прогнозам многих исследовательских компаний, например Forrester Research, к 2020 году число подключённых к «Интернету вещей» устройств достигнет 22 млрд. штук, при этом 60% из них будут относиться к маломощным устройствам, работающим в сетях WAN (Wide Area Network). Возникает вопрос: как обеспечить надёжное объединение этих устройств в сети с возможностью масштабирования без сопутствующего двух- или трехкратного увеличения количества базовых станций GSM сетей и/или значительного увеличения числа точек доступа. Очевидный ответ – внедрение устойчивых сетей связи на основе узлов с увеличенным радиусом действия и максимальным временем автономной работы, позволяющих полностью отказаться от использования ретрансляторов. 23 марта 2015 года Semtech Corporation и исследовательский центр IBM Research объявили о важном достижении в области беспроводных технологий передачи данных, представив новый открытый энергоэффективный сетевой протокол LoRaWAN (Long Range Wide Area Networks), обеспечивающий значительные преимущества перед Wi-Fi и сотовыми сетями благодаря возможности развертывания межмашинных (M2M) коммуникаций.

Ряд проблем, ограничивающих широкое распространение «Интернета вещей», позволила решить разработка протокола сети LoRaWAN и создание альянса LoRa, занимающегося его поддержкой и развитием.

Появившаяся технология вызвала неподдельный интерес на рынке беспроводной связи. Для ее поддержки, развития и стандартизации был создан альянс LoRa (LoRa Alliance), который в настоящее время стремительно развивается, о чем свидетельствует постоянное увеличение количества зарегистрированных членов. В состав альянса входят как известные производители электроники: Cisco, IBM, Kerlink, IMST, Semtech, Microchip Technology, так и ведущие телекоммуникационные операторы (Bouygues Telecom, KPN, SingTel, Proximus, Swisscom).

Основная задача LoRa Alliance – объединение аппаратного и программного обеспечения на базе стандарта LoRaWAN, чтобы обеспечить возможность операторам связи предоставлять услуги «Интернета вещей» как коммерческим организациям, так и частным лицам. Активное использование стандарта позволит значительно упростить задачу соединения миллиардов устройств – от беспроводных датчиков в приложениях промышленной автоматизации и системах безопасности до бытовой электроники.

На основе нового протокола было создано простое в использовании аппаратно-программное решение, включающее в себя программный комплект разработки Mote Runner от IBM и однокристальные трансиверы Semtech на аппаратном уровне, позволяющее создавать системы с возможностью беспроводной передачи данных на расстояния до 15 км (в зависимости от особенностей рельефа местности). Mote Runner, являющийся средством разработки инфраструктуры беспроводных сенсорных сетей,



представляет собой открытую платформу для подключения датчиков и исполнительных механизмов к сети. Среда разработки IBM Mote Runner содержит все необходимые инструменты для проектирования приложений на высокоуровневых объектно-ориентированных языках, таких как Java и Си#, и предоставляет поддержку отладки и моделирования сети на уровне исходного кода. Для разработки приложений IBM также открыла исходный код протокола LoRaWAN, доступный вместе с примерами, как на самом сайте компании, так и на популярном ресурсе github.com [1, 2].

Быстрый рост «Интернета вещей» ставит перед разработчиками задачу создания простой и надежной инфраструктуры. Использование готовых модулей упрощает решение этой задачи. Компания Microchip Technology представила серию модулей беспроводной связи, соответствующих спецификации, разработанной участниками отраслевой организации LoRa Alliance. Серию модулей открыла модель RN2483, способная, по данным производителя, обеспечивать связь на расстоянии не менее 16 км (в пригороде) в течение не менее чем 10 лет без замены источника питания. Задача таких модулей – соединять узлы сети, соответствующие датчикам, со шлюзами LoRa. Модуль работает на частотах 433/868 МГц и позволяет существенно ускорить и упростить разработку устройств «Интернета вещей». Его размеры равны 17,8х26,3х3 мм. Помимо небольших размеров, к достоинствам модуля относится наличие 14 линий ввода-вывода общего назначения (GPIO), что обеспечивает гибкость в подключении и управлении различными датчиками и приводами. Беспроводной модуль Microchip LoRa RN2483 обеспечивает связь в течение 10 лет без замены питания.

Ссылки

1. geektimes.ru/post/149593/
2. http://www.ixbt.com/news/ht/186942

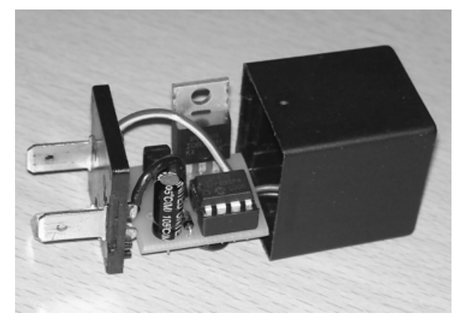




Реле поворотов на микроконтроллере PIC12F675

Максим Батурин, г. Мурманск

Каждый автолюбитель не однажды сталкивается с ситуацией, когда начинает «залипать» реле поворотов. Причем оно может «залипнуть» как при повороте направо, так и при повороте налево. В дороге эта неприятность иногда устраняется легким постукиванием по нему, но, как правило, ненадолго. Кардинально проблема решается заменой реле новым. В гараже у каждого автолюбителя имеется, пожалуй, несколько таких неисправных устройств, в корпусе одного из них и было изготовлено реле поворотов на микроконтроллере PIC12F675, описание которого приведено в этой статье.



Стандартное электромагнитное реле поворотов работает, как прерыватель тока, только при подключенной нагрузке. От сопротивления и тока нагрузки часто зависит работа реле-прерывателя поворотов. Если в своей машине в указателях поворотов вместо ламп накаливания вы решили установить светодиодные лампы, то частота их «моргания» заметно изменится. В Интернете некоторые автолюбители советуют устанавливать на выходе реле параллельно светодиодным лампам сопротивление нагрузки – мощный проволочный резистор. Сопротивление и мощность этого резистора советуют самые разные. Заметим, что при этом теряется такое достоинство светодиодных поворотников, как экономичность.

Многие любительские схемы реле поворотов на аналоговых компонентах, например на 555-ом таймере, также не выдерживают критики, так как постоянно генерируют импульсы. Нормальное реле поворотов, как было замечено выше, работает, как прерыватель, только когда к нему подключена нагрузка. Разработанное и изготовленное автором реле поворотов на PIC12F675 лишено этого недостатка и обеспечивает надежную работу поворотников как на светодиодах, так и на лампах накаливания. Его схема показана на **рис.1**.

Основой этого реле является микроконтроллер (МК) DD1 PIC12F675 в корпусе DIP-8. Назначение выводов этого МК, с учетом «залитой» в него программы, приведено в **таблице**.

МК DD1 питается напряжением 4,7 В от параметрического стабилизатора на стабилитроне VD1 и балластном резисторе R1. В качестве силового ключа использован мощный р-канальный МДП-транзистор VT3 типа IRF4905, который управляют с выхода GP0 (вывод 7) DD1 через усилитель на n-p-n транзисторе VT2 типа 2SC1815. Резистор R2 – ограничивающий в цепи базы VT2, а R3 – нагрузка этого транзистора. При включении правого или левого поворота к выходу

№	Обозначение	Назначение
1	V_{DD}	Напряжение питания
2	CP5	Выводы не используются (уровень лог. «1»)
3	CP4	
4	CP3	
5	V_{SS}	Корпус
6	CP1	Вход от делителя напряжения с нагрузки
7	CP0	Выход импульсов
8	CP2	Корпус

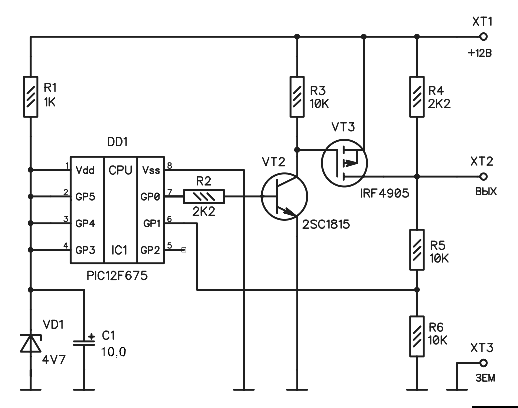


Рис.1

реле подключается хотя бы одна лампа, нагружая его. DD1 фиксирует наличие нагрузки и подает на выход GP0 (вывод 7) DD1 положительные импульсы (включает реле).

Для определения наличия подключенной нагрузки (ламп накаливания или светодиодных ламп) в схему введен делитель напряжения R4, R5, R6. С резистора R6 снимается напряжение на вход GP1 (вывод 6) DD1. При отсутствии нагрузки, когда VT3 заперт, на вывод 6 DD1 с делителя поступает уровень лог. «1», и МК поддерживает VT3 в запертом состоянии. Когда при запертом VT3 нагрузка подключена, она шунтирует последовательно соединенные резисторы R5 и R6. При этом на вывод 6 DD1 с делителя поступит уровень лог. «0», который программно обеспечит включение реле поворотов.

Когда конструкция была уже готова, было решено для контроля работы реле поворотов последовательно с резистором R3 включить красный светодиод (на схеме **рис.1** он не показан).

Программа была создана в среде Flowcode [1] для МК DD1 PIC12F675, но ее несложно портировать и для PIC12F629. Код получился несложным, но объемным, как, пожалуй, все коды, создаваемые во Flowcode.

Устройство собрано на печатной плате размерами 22x23 мм с применением SMD-компонентов. Плата установлена в корпусе от стандартного реле поворотов (см. **фото**). Печатная плата реле поворотов, как, впрочем, и принципиальная схема, разрабатывались в программе DipTrace.



Файлы проекта реле поворотов в Proteus с исходниками и прошивкой, а также чертежи принципиальной схемы и печатной платы можно скачать с блога автора [2] или сайта издательства «Радиоаматор» [3].

Ссылки

1. http://flowcode.info/ – сайт русскоязычной поддержки программы Flowcode.

2. https://www.drive2.ru/b/2575388/ – Реле поворотов на PIC12F675 в блоге Максима Батурина.

3. http://www.ra-publish.com.ua/ – сайт издательства «Радиоаматор».



Индивидуальный звуковой опознавательный сигнал для радиопереговоров

Андрей Кашкаров, г. Санкт-Петербург

При работе с помехами в режиме однополосной модуляции практически неясен момент, когда корреспондент переходит из режима передача в режим прием, что неприемлемо.



В профессиональной и высококачественной аппаратуре связи для обозначения момента смены режимов применяются биперы, подающие короткий сигнал звуковой частоты в эфир. Можно получить оригинальный опознавательный звуковой сигнал, если в качестве тонального сигнала использовать серию коротких сигналов с микропаузой. Такой код никто не спутает, и он может стать визитной карточкой данного оператора.

Как правило, в портативных трансиверах (в эксперименте участвовал Alan78plusR) переключение режимов «прием-передача» обеспечивает тангента, установленная в выносном блоке вместе с микрофоном. В режиме приема (RX) дополнительное устройство выработки тонального сигнала (**рис. 1**) не активно и обесточено. В режиме передачи (TX) узел начинает работать.

На **рис. 1** показана электрическая схема простого устройства, содержащего две микросхемы К561 серии. Применение ИМС К561ТЛ1 (DD1) позволило максимально избежать возможных помех (они существенны при переключении трансивера из режима «прием» в режим «передача» и обратно) и создать два генератора (тактовый и ЗЧ), каждый только на одном элементе данной микросхемы.

Первый элемент микросхемы DD1.1 представляет собой тактовый генератор прямоугольных импульсов. Пока на выводе 1 DD1.1 присутствует уровень лог. «0», генератор на этом элементе заблокирован. Он включается уровнем лог. «1», поданным на вывод 9 элемента DD1.3 через ограничительный резистор R1 и развязывающий диод VD1 от точки К47 в трансивере Alan78plusR или (в случае с другим трансивером) с контрольной точки +12 В включения узла передатчика (которую можно найти на плате у контактов коммутации реле или ориентируясь по топологии печатного монтажа радиостанции).

Импульсы прямоугольной формы от генератора на DD1 с частотой 1…2 Гц поступают на вход десятичного счетчика DD2. Это счетчик типа К561ИЕ8 имеет 10 выходов Q0–Q9.

Если на входе разрешения счета CE (вывод 13) присутствует уровень лог. «0» – счетчик выполняет свои функции синхронно с положительным перепадом на тактовом входе C (в данной ситуации на входе C вывод 14 всегда высокий уровень). При уровне лог. «1» на входе CE действие тактового входа запрещается, и счет останавливается (на достигнутом до обнуления или изменения состояния на входе EC).

При высоком логическом уровне на входе сброса R (при включении питания) счетчик обнуляется. При подсчёте входных импульсов, уровень лог. «1» последовательно появляется на каждом их выходов счетчика Q0–Q9. Первый же импульс с выхода Q1 попадает через диод VD2 на вход генератора ЗЧ и запускает его.

Уровень лог. «1» с выхода Q9 (вывод11 DD2) завершает тоновую посылку. Он, поступает на вывод 8 элемента DD1.3, и, по логике работы элементов DD1.3 и DD1.1, блокирует работу тактового генератора. С этого момента (при условии включенного режима «передача») трансивер передает в эфир сигнал с микрофона.

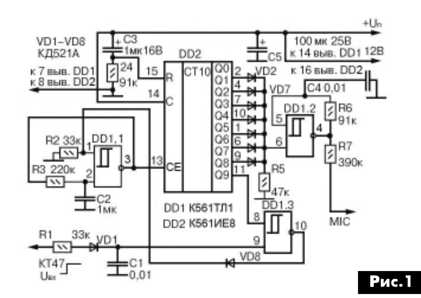


Рис. 1

При переключении на прием, на выводе 9 DD1.3 оказывается сигнал лог. «0», на выходе Q9 микросхемы DD2 и на выводе 8 DD1.3 – такой же сигнал, что приводит к появлению уровня лог. «1» на выводе 10 ИМС DD1. Благодаря включению диода VD8 этот сигнал не оказывает влияния на тактовый генератор и не запускает его. Это состояние продлится до тех пор, пока снова не будет включен режим «передача». Быстрая тональная

посылка, каждый раз включаемая при переходе на передачу, не мешает общению корреспондентов, следует только приноровиться начинать говорить не ранее, чем через 1…1,5 с после включения в режим «передача».

С помощью диодов VD2–VD7 выходные сигналы объединяются для формирования длительности тонового сигнала генератора. На элементе DD1.2 собран генератор сигнала звуковой частоты. Он активируется положительным фронтом импульса с выходов счетчика DD2. Через резистор R7 звуковой прерывистый сигнал поступает на микрофонный вход трансивера, обозначенный на **рис.1** «MIC». Его сопротивление ограничивает выходной ток, поэтому влияет на уровень звукового сигнала, поступающего на вход MIC и на громкость оригинального опознавательного сигнала у принимающего корреспондента. Конденсатор C1 обеспечивает подавление импульсных помех. Оксидный конденсатор C5 сглаживает пульсации источника питания.

Подбором номиналов элементов C4 и R6 можно корректировать тон (частоту генератора) звукового сигнала. Корректировкой значений элементов R3 и C2 устанавливают желаемую длительность звучания тоновой посылки.

Подключая диоды развязки VD2–VD7 к различным выходам счетчика DD2 (Q1–Q8) и оставляя некоторые из этих выходов свободными, добиваются различной длительности тоновой посылки и паузы между этими звуковыми посылками. Если рассматривать одну тоновую посылку как последовательность «тире» и «точек» в азбуке Морзе, то показанная на **рис.1** комбинация будет звучать как «тире-точка-тире». Вариантов таких комбинаций сколь угодно много, и при желании можно оформить свой оригинальный позывной – визитку как одну из букв в азбуке Морзе.

Выводы 12 и 13 ИМС DD1 подключают к общему проводу. Все постоянные резисторы типа МЛТ-0,25±5%. Неполярные конденсаторы типа КМ-6. Оксидные конденсаторы типа К50-35.

Монтаж устройства осуществляют на любой подходящей плате.

Из-за незначительного числа элементов печатная плата для узла формирования опознавательного сигнала не разрабатывалась. Собранный узел помещают и закрепляют внутри корпуса трансивера.

Ток потребления узла невелик, и при его активации составляет всего 36…38 мА (с учетом тока потребления электромагнитного реле K1), что позволяет для питания узла использовать тот же источник питания, от которого питается трансивер. Источник питания (если использовать устройство в стационарном варианте) должен обеспечивать постоянное стабилизированное напряжение питания в диапазоне 11…13 В и ток не менее 5 А.

Антенна UA6AGW v. 40.21 (походная)

Александр Грачёв (UA6AGW), г. Краснодар

При проектировании этой антенны стояла задача, разработать антенну, которую можно установить на ограниченной площади (маломерном судне), которая может быть установлена без оттяжек, может эффективно работать с малых высот, имеет небольшой вес и габариты. Кроме того, очень хотелось проверить, как повлияет на параметры антенны значительное уменьшение площади, на которой формируется электрическая составляющая электромагнитной волны (ЭМВ) излучения.

Электрическая схема, емкости конденсаторов, основные размеры элементов и несколько упрощенное их размещение – все это показано на **рис.1**.

Конструкция

Эта антенна, в каком-то смысле, является «наследницей» двух предыдущих версий. От антенны версии 40.03 ей досталась излучающая рамка, выполненная из коаксиального кабеля неизвестной марки, с волновым сопротивлением 75 Ом и диаметром изоляции внутренней жилы около 7 мм. Оплетка кабеля очень плотная, выполнена из тонких луженых проводников. Наружная оболочка кабеля не снималась.

От версии 40.20 она унаследовала принцип уменьшения габаритных размеров конструкции путем сворачивания лучей вдвое. Раз уж лучи уже свернуты, то почему бы ни попробовать уменьшить габариты рамки.

Экспериментально установлено, что в точке рамки, равноудаленной от её концов, напряжение имеет минимальную величину, и происходит смена фазы напряжения, а ток имеет максимальное значение. В этой точке удобно осуществлять питание антенны с помощью петли связи. Очевидно, что именно в этой точке магнитная составляющая формирующейся ЭМВ имеет максимальную напряженность.

Чтобы не ухудшать условия формирования магнитной составляющей и не потерять удобное место питания антенны, рамка свернута особым образом. Описать это словами сложно, проще показать на **фото 1**.

Несущая конструкция для лучей изготовлена из двух рыболовных удилищ длиной по 4 м. Лучи выполнены из одной жилы медного провода для акустических колонок, диаметром 1,0 мм. Они продеты в имеющиеся на удилищах кольца для лески.

За счет того, что концы удилищ легко изгибаются, получается достаточно плавный изгиб и самих лучей (**фото 2**).

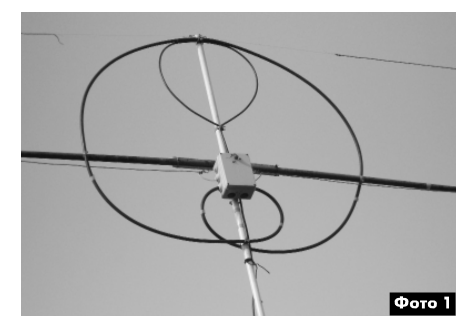


Фото 1

Для удешевления, а главное, облегчения конструкции промышленные изоляторы на лучах не применяются. В начале лучей функцию изоляторов выполняют пластиковые стяжки и пластиковая коробка, в которой расположены конденсаторы. На концах лучей изолятором работают куски толстой

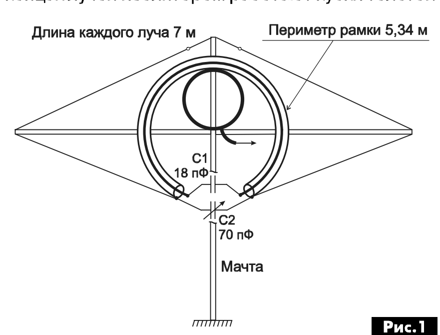


Рис.1



Фото 2

рыболовной лески (диаметром 0,8...1,0 мм и около 30 см длиной) с крючками из проволоки на концах. Крючки эти зацеплены в отверстия на конце мачты (**фото 3** и **фото 4**).

Конденсатор С1 в этой антенне применен марки К15-1У. Переменный конденсатор выполнен из стандартного, но «прореженного» любым известным способом, двухсекционного конденсатора емкостью12…495 пФ. Подключены только статорные пластины. Конденсаторы размещены в стандартной электромонтажной пластиковой коробке подходящих размеров. Для удобства и потому, что концы рамки излучения попадают в коробку «не со своей» стороны, на коробке (**фото 5**), приведена схема внутренних соединений в коробке.



Фото 3



Фото 4

Антенна смонтирована с помощью кабельных пластиковых стяжек, на пластиковой мачте длиной 3 м, диаметром 30 мм.

приема или передачи. Критерий настройки в режиме приема – максимальный уровень сигналов на выходе приемника. Критерий настройки в режиме передачи – максимальное ВЧ напряжение на одном из лучей.

Рабочая полоса, измеренная аппаратным КСВ-метром, по уровню КСВ=2,0 получилась около 90 кГц. Учитывая доступность конденсатора С2 в походном исполнении антенны, изменение рабочего участка антенны, не представляет труда.

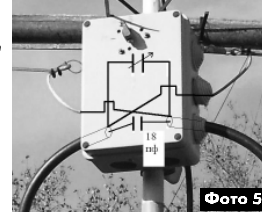


Фото 5

Впрочем, ни что не мешает, с помощью способа, примененного в версиях 80.01 и 40.03, переместить конденсатор С2 в любое удобное место.

Испытания антенны проводились в условиях, приближенных к походным. Антенной сравнения, как и во многих предыдущих случаях, выступала антенна версии 40.02 на высоте 7 м. Антенна сравнения была настроена на частоту 7110 кГц, испытуемая антенна на частоту 7120 кГц. Испытания проводились при установке новой антенны на высотах 4 и 6 м.

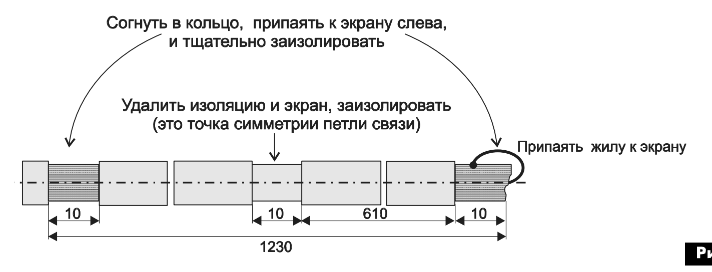


Рис.2

Петля связи выполнена из кабеля РК 50. Размеры, способ изготовления и монтажа показаны на **рис.2**.

Замечу, что при монтаже верхушка мачты, точка симметрии петли связи и точка симметрии излучающей рамки должны совпасть. Кроме того, на одинаковом расстоянии влево и вправо от точек симметрии (ориентировочно 7…8 см), петля связи с помощью кабельных стяжек крепится к излучающей рамке.

Симметрия в этом месте важна. Она позволяет избежать появления токов на оплетке питающего кабеля и работать без заземления.

Общий вид антенны показан на **фото 6** (на заднем плане антенна версии 7.01 с опущенными лучами).

Диаметр рамки получился около 1 м, размах лучей 7 м.

В остальном конструкция не имеет никаких особенностей, по сравнению с антеннами-предшественницами.

Настройка

Настраивается эта антенна в резонанс с помощью переменного конденсатора С2, в режиме

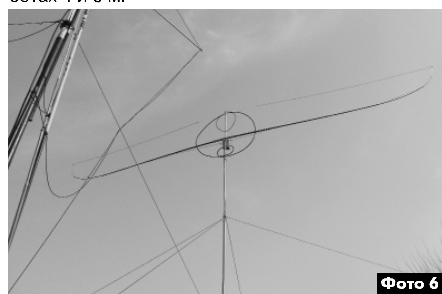


Фото 6

Первое же включение новой антенны на высоте 6 м вызвало удивление. Уровень шума дневного эфира на диапазоне 40 м на этой антенне был заметно ниже, чем на антенне сравнения. На **фото 7** показан фрагмент панорамы SDR трансивера. Уровень полезного сигнала –120 дБ, отноше-



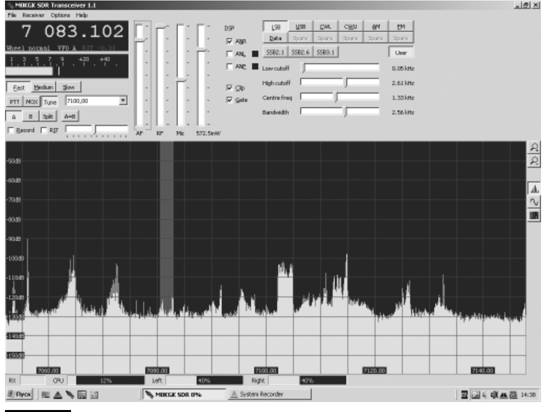


Фото 7

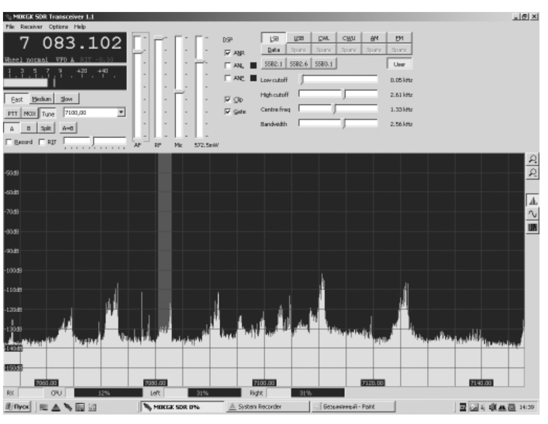


Фото 8

ние полезный сигнал-шум в полосе приема равно приблизительно 10 дБ.

На **фото 8** принимается сигнал той же радиостанции, но на антенну 40.21. Уровень сигнала точно такой же (–120 дБ), но отношение полезный сигнал-шум в полосе приема около 15 дБ. Снимки выполнялись с минимально возможным разрывом во времени.

Разница в уровне шума колебалась от 5 дБ до 10 дБ (иногда до 12 дБ), причем было выяснено, что при повороте антенны плоскостью в сторону центра города уровень шума возрастал и практически сравнивался с шумом антенны 40.02. Что интересно, менялся только уровень шума, уровни полезных сигналов при этом практически не менялись. Антенна была установлена в направлении минимального шума. Снижение уровня шума давало заметный выигрыш при приеме слабых сигналов. К примеру, в случае приема на антенну сравнения (которая сама весьма устойчива к помехам и промышленным шумам) едва различимого сигнала, при переключении на новую антенну сигнал становился вполне читаемым. Соотношение сигнал-шум было заметно лучше. С наступлением темного времени суток разница в уровне шумов практически исчезала. Таким образом, новая антенна обладает некоторой направленностью, только не совсем обычного свойства.

На высоте 4 м антенна ещё раз удивила. На мой взгляд, при снижении высоты установки антенны, с 6 м до 4 м (в полтора раза), следовало бы ожидать изменения частоты настройки антенны. Частота настройки не изменилась ни сколько.



Антенна в полной мере сохранила все те свойства (в частности, снижение уровня шума днем), которые у неё были при установке на высоте 6 м. В вечернем эфире проявилось новое, на мой взгляд, полезное свойство этой антенны – снижать сигналы близко расположенных станций. Сигналы станций, расположенных на расстоянии ближе чем 400…500 км, снижаются на уровень до 10 дБ. На расстоянии от 400 до 800 км сигналы снижаются на уровень не более 5 дБ. От 1000 км и далее сигналы станций на антенне сравнения и новой антенне имеют одинаковый уровень. Все остальные характеристики антенны остались прежними.

Выводы

1. Проверена возможность применения этой антенны на малых высотах и ограниченной площади.

2. Значительное уменьшение геометрических размеров антенны не вызвало ухудшения параметров антенны.

3. Обозначена возможность изготовления эффективной «балконной» антенны на диапазон 40 м.

4. Обозначена возможность изготовления малогабаритной антенны на диапазон 80 м.

5. Антенна изготовлена из доступных материалов и имеет простую конструкцию.



Любительская связь и радиоспорт

Ведущий рубрики **Анатолий Перевертайло**, UX7UN

(tnx ON6DX, F6AJA, DJ6US, JI3DST, E21EIC, DL6KVA, I1JQJ, S57VW, LZ3FN, MM0DFV, NG3K, EA7FTR, G3XTT, SM0XBI, F5NQL, OH3JR, SP5UAF VU2CDP, GM0HCQ, SV1EJD, G3KMA, LA9JKA, VA3RJ)

Особая благодарность за постоянную помощь радиолюбителям г. Омска RW9MC и UA9MHN

IARU 90 - Специальный позывной SX90IARU использовался в честь 90-летия International Amateur Radio Union членами Radio Amateur Association of Greece (RAAG). QSL via LoTW, OQRS на Club Log'e, direct или через бюро.

По случаю юбилея IARU также были активны 6Y90IARU с Ямайки, 9M90IARU из Западной Малайзии (QSL через бюро), CQ90IARU с Мадейры (QSL via CT3KN и LoTW), EK90IARU из Армении, HB0IARU из Лихтенштейна (QSL не будет), HD90IARU из Эквадора (QSL via HC2AQ), HP90IARU из Панамы, HS90IARU из Таиланда (QSL via E21EIC и LoTW),

TX90IARU из Новой Каледонии (QSL via NI5DX), V890IARU из Брунея (QSL via V85TL), YL90IARU из Латвии (QSL via YL2GN и LoTW), YW90IARU из Венесуэлы (QSL via YV5AJ, OQRS на Club Log'e и LoTW) и ZL90IARU из Новой Зеландии (QSL via OQRS на Club Log'e), CO90IARU с Кубы (QSL via W3HNK), CQ790IARU из Португалии (QSL через бюро или direct via CT1REP), CQ890IARU с Азорских о-вов (QSL via через бюро или direct via CT1REP), OD90IARU из Ливана, ON90IARU fиз Бельгии (QSL через бюро или direct via ON7TK) и TF90IARU из Исландии.

По адресу http://iaru90.hamlogs.net можно будет оформить заявку на бесплатный диплом, который будет выдаваться за связи с юбилейными станциями из 10 разных стран-членов IARU.

SHRAK JOINS IARU - 10 декабря Секретариат International Amateur Radio Union (IARU) известил входящие в Союз ассоциации, что Kosovo Amateur Radio Association (SHRAK, Shoqata e Radio Amatoreve te Kosoves) по результатам голосования принята в члены IARU. SHRAK представляет радиолюбителей Республики Косово. Имеющая продолжительную историю, восходящую к временам бывшей Югославии, SHRAK была воссоздана 12 сентября 2012 г., когда правительство Косово учредило службу по вопросам радиолюбительства. Президентом SHRAK является Vjollca Caka (Z61VB).

YASME FOUNDATION'S SUPPORTING GRANTS - Правление фонда Yasme Foundation (www.yasme.org) объявило о ряде грантов, выделяемых в соответствии с целью фонда способствовать развитию радиолюбительства. Гранты разбиты на ряд категорий:

СТИПЕНДИИ И МОЛОДЕЖНЫЕ ПРОГРАММЫ

• Грант фонду ARRL Foundation для предоставления стипендий Yasme Foundation

• Грант фонду Foundation forAmateur Radio в поддержку его программы стипендий на 2016 г.

• Грант программе Youngsters on the Air (YOTA) в поддержку мероприятий, направленных на продвижение радиолюбительства среди лиц моложе 26 лет в 1 районе IARU

• Грант ARRL Teacher's Institute для оплаты присутствия одного преподавателя в 2016 Teacher's Institute on Wireless Technology

НАУЧНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ

• Грант программе Радиолюбительства на Международной космической станции (ARISS) для установки более мощной радиолюбительской аппаратуры на модуле Columbia и стандартизации ее конфигурации

• Грант проекту Northern California DX Foundation Beacon для модернизации маяка в Шри-Ланке

• Грант сети Reverse Beacon Network для изготовления и установки узла, который обеспечит покрытие в регионе, не имеющем такого покрытия и одновременно представляющем особый интерес для изучения прохождения

РАБОТА НА HF-ДИАПАЗОНАХ ВО ВСЕМ МИРЕ

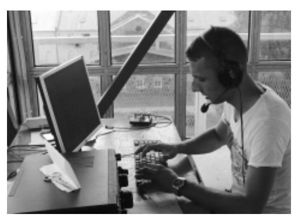
• Грант представителю Haiti Amateur Radio Club'а для приобретения учебных материалов для подготовки будущих радиолюбителей на Гаити и трансивера Kenwood TS-440S для использования ими

• Грант International Amateur Radio Club'у в штаб-квартире ITU в Женеве (4U1ITU) для техобслуживания станции и приобретения необходимой аппаратуры

• Грант WRTC-2018 для оплаты текущих расходов и стимулирования деятельности организаций и частных лиц в поддержку этого важного мероприятия









• Грант коллективной радиостанции ET3AA Ethiopian Amateur Radio Society для приобретения нового компьютера, интерфейсов и программ, используемых для ведения логов и работы цифровыми видами, а также для приобретения новых гарнитур

ОРГАНИЗАЦИИ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВО

• Грант фонду World Wide Radio Operators Foundation (WWROF) в поддержку его текущей деятельности

• Грант Dokufunk - Центру исследований и документации по истории радиолюбительства и электронных средств связи в Вене в поддержку его деятельности по сохранению истории радиосвязи.

HAMS WITH HEARTS - International DX Association объявила о создании нового фонда в рамках INDEXA, направленного на поддержку гуманитарных проектов, осуществляемых в ходе DX-экспедиций. Щедрый первоначальный вклад, который внес Zorro Miazawa (JH1AJT), позволит INDEXA начать выделение соответствующих грантов с середины января 2016 г. Лозунгом этого фонда станет "Hams with Hearts - Радиолюбители с неравнодушными сердцами". DX-экспедиции, желающие получить такой грант, должны представить конкретный план гуманитарного проекта. Проект должен означать прямую физически ощутимую выгоду для местных жителей.
Дополнительную информацию см. по адресу www.indexa.org/hamswithaheart.html

DAYTON CONTEST DINNER - 24-й Contest Dinner пройдет 21 мая в рамках 2016 Dayton Hamvention в отеле Crowne Plaza. Билеты можно приобрести только на сайте Contest Dinner (http://contestdinner.com).

DAYTON CONTEST UNIVERSITY - Открыт процесс регистрации для участия в 2016 Dayton Contest University (CTU), который состоится 19 мая в отеле Crowne Plaza. CTU Dayton в этом году будет проходить в десятый раз. Подробности см. на сайте http://contestuniversity.com.

AFRICA TOUR - Heli, DD0VR, будет активен позывным V5/DD0VR в ходе своего путешествия по Намибии. Он будет работать позывным 7P8VR из Лесото, а находясь в ЮАР он будет использовать позывной ZS/DD0VR. Heli будет работать SSB и QRP CW на дмапазонах 40, 20, 15 и 10 метров.

POSTAL RATES (DENMARK) - С 1 января 2016 г. Почтовая служба Дании (www.postdanmark.dk) увеличивает почтовые тарифы. Стоимость письма в Европу весом до 100 г составит DKK 25 (датских крон) (Priority) или 16 (Economy), а в другие страны мира - DKK 30 (Priority) или 19 (Economy).

3B8, MAURITIUS - Paul, HB9ARY, будет активен позывным 3B8HC с Маврикия (AF-049). Он будет работать медленным CW и SSB на диапазонах 80-10 метров, уделяя основное внимание диапазону 80 метров.
QSL via NI5DX (только direct).

3D2_rot- Tony, 3D2AG, снова будет активен позывным 3D2AG/p с острова Ротума (OC-060). Он будет работать CW, SSB и RTTY/PSK31 на диапазонах 80-6 метров, используя питание от солнечных батарей.
QSL direct via 3D2AG.

3V, TUNISIA - Специальный позывной TS4NP будет использоваться операторами из Association Tunisienne des Radio Amateurs (3V8HQ) в честь присуждения Нобелевской премии мира 2015 г. Квартету национального диалога Туниса за демократизацию страны "за решающий вклад в строительство плюралистической демократии в Тунисе после Революции жасминов 2011 г.".
QSL через бюро.

3W, VIETNAM - Bert, DK2BR, будет активен позывным 3W2BR с острова Con Son (AS-130) с 5 по 21 марта 2016 г. Он будет работать мощностью 60 Вт на вертикальные антенны SSB, RTTY и, возможно, PSK31 на диапазонах 40-10 метров.
QSL via DK2BR, только direct.

4S, SRI LANKA - Josep, EA3BT, и Nuria, EA3W, будут активны позывными 4S7JTO и 4S7NTS, соответственно, из Beruwala, Шри-Ланка (AS-003). Они планируют работать также с соседнего острова Berberyn (AS-171). Они будут работать на диапазонах 40-10 метров в основном SSB, а также немного CW и RTTY.
QSL via EA3BT, direct или через бюро (OQRS см. на Club Loe'g).

4S, SRI LANKA - Специальная станция 4S0GS будет активна в течение "Galle Season" - большой выставки и ярмарки, которая будет проходить в историческом городе Galle на юге Шри-Ланки. QSL via 4S7DF.

4S, SRI LANKA - 4S7JTG и 4S7NTG - позывные, которые будут использовать Josep, EA3BT, и Nuria, EA3WL, в ходе своей работы из Beruwala, Шри-Ланка (AS-003). Они планируют работать с близлежащего острова Berberyn (AS-171). Работа будет вестись на диапазонах 40-10 метров в основном SSB, а также немного CW и RTTY.
QSL via EA3BT, direct или через бюро (соответствующая OQRS будет активирована).

4X, ISRAEL - Операторы из Holy Land DX Group (4X1VF, 4X4DZ, 4X6HP, 4Z4BS, 4Z4KX, 4Z5FI, 4Z5IW и 4Z5LA) будут активны позывным 4X4WFF. Они будут работать SSB и CW, используя две станции, из Avdat - израильского национального парка (4XFF-004) и объекта всемирного наследия ЮНЕСКО.
QSL via IK2DUW.







5T, MAURITANIA - 5T2AI - позывной, выданный Ahmad'у, 9K2AI, который будет работать в Мавритании ближайшие три года. Его лицензия истекает 18 августа 2018 г. Ahmad преимущественно SSB оператор.
QSL via NI5DX.

5Z4, KENYA - Bertrand, DF3FS, снова будет активен позывным 5Z4/DF3FS из Diani Beach, Кения. Он будет работать CW и SSB на КВ-диапазонах.
Указания по QSL-обмену см. по адресу www.df3fs.de/5z-2016/index.html

6W, SENEGAL - Earl, WA3DX, будет путешествовать по Сенегалу и работать в эфире позывными 6W1/WA3DX из Дакара, 6W7/WA3DX из Mbao, 6W6/WA3DX из Kaolack и островов Saloum (не засчитываются для IOTA). Он будет работать в основном SSB на диапазонах 40-10 метров. QSL direct via WA3DX.

6W, SENEGAL - Marcelo, EA1HFI , будета активен позывным 6W/EA1HFI из Ziguinchor, Сенегал, в течение марта. В свое свободное время и по выходным он будет работать QRP SSB и цифровыми видами.
QSL via home call, direct или через бюро и LoTW.

9A, CROATIA - Операторы из Radio Club'a Marjan (9A1CBM) из хорватского города Сплит будут активны позывным 9A50CBM по случаю золотого юбилея клуба.
QSL direct или через бюро.

9M2, WEST MALAYSIA - Большая группа операторов из Kuala Lumpur DX Team будет активна позывным 9M2SI с острова Indah (AS-074), Западная Малайзия. Они будут работать SSB и CW на диапазонах 40-10 метров.
QSL direct via 9M2OOO.

A2, BOTSWANA - Gopan, M0XXU, будет активен из Ботсваны позывным A25GR. Он планирует работать в эфире в вечерние и утренние часы на диапазонах 40, 30, 20 и 17 метров CW и SSB.
QSL via M0XUU.

A4, OMAN - A41MA, A41LP, A41OJ и другие операторы будут активны позывным A43SI с острова Suwadi (AS-112). Они планируют работать SSB и CW на диапазонах 40, 20, 15, 10 и, возможно, 6 метров.
QSL via A47RS.

A9, BAHRAIN - Члены Bahrain Amateur Radio Group будут активны позывным A91HI с острова Hawar (AS-202, new one для IOTA) с 28 апреля по 1 мая. A92AA будет лидером команды A91HI, в состав которой войдут A41OO, A61DJ, A93LT, EI5GM, EI9FBB, MM0NDX и 7Z1OO. Они будут работать CW, SSB и RTTY, во время пика прохождения они будут одновременно использовать до 4 станций на диапазонах 40-10 метров. QSL via A92AA (A91HI будет использовать OQRS на Club Log'e) и LoTW.

ЛЕТНЯЯ АКТИВНОСТЬ

EUROPE		AF-004	EA8/PA3LEO	SA-031	XR400JA
EU-003	CU2/G7VJR	AF-032	5H1MD	SA-042	PX8K
EU-006	EI/G7VJR	AF-049	3B8HC	SA-071	ZY2QG
EU-047	DL1WH/p			SA-072	ZY8P
EU-048	TM48B	**N.AMERICA**		SA-090	YW6X
EU-063	JW2US	NA-001	C6AHR	SA-099	PJ2/KH0UN
EU-064	TM73IE	NA-008	VY0/VE1RUS		
EU-091	IW7EGQ/p	NA-012	TI9/3Z9DX	**OCEANIA**	
EU-102	RA1QQ/1	NA-016	ZF2LL	OC-002	VK9X/G6AY
EU-128	DF8HS/p	NA-016	ZF2PG	OC-003	VK9CK
EU-191	YP0F	NA-047	VY0JCW	OC-009	T8CW
EU-191	YP0H	NA-057	HR9/N9EAW	OC-013	E51J
		NA-063	CY0/VA1AXC	OC-013	E51TLA
ASIA		NA-070	KL7NWR	OC-013	E51WET
AS-003	4S7ULG	NA-075	VE7ACN/7	OC-013	E5SKCC
AS-003	4S7JTG	NA-091	VE7ACN/7	OC-014	E51MQT
AS-003	4S7JTO	NA-093	T41C	OC-022	YB9/KF4EYY
AS-003	4S7NTG	NA-100	V25GB	OC-035	YJ0AFU
AS-003	4S7NTS	NA-100	V25LK	OC-047	H44MK
AS-031	JD1BMH	NA-101	J79WTA	OC-059	V63GG
AS-058	9M4KI	NA-102	FG/F6ITD	OC-060	3D2AG/p
AS-074	9M2SI	NA-102	TO6D	OC-064	A35JP/p
AS-079	8N5KCJ/6	NA-108	J6/K4ZGB	OC-071	VK6BP/p
AS-079	JI3DST/6	NA-108	J6/N8WD	OC-083	E51WET
AS-079	JS6RRR	NA-108	J6/W2LNX	OC-136	VK2IAY/3
AS-090	6K2CEW/2	NA-108	J6/W7DGP	OC-142	VK4/F9IE
AS-090	DS2GOO/2	NA-108	J6/WB9OTX	OC-160	VK4/F9IE
AS-094	B7/BA4TB	NA-108	J68HF	OC-164	VK6NAX/p
AS-112	A43SI	NA-108	J68HZ	OC-177	YB3MM/0
AS-128	3W4VE	NA-108	J68RL	OC-206	VK2IAY/6
AS-129	B7/BD7IHN	NA-120	N5M	OC-237	YB4IR/3
AS-130	3W2BR	NA-145	PJ6/G3TXF	OC-237	YE3IOTA
AS-138	BY5YAA	NA-146	TO2EE	OC-243	VK5CE/6
AS-145	HS3NBR/p	NA-146	TO4K	OC-243	VK5MAV/6
AS-153	8T5GSM	NA-180	V31JZ/p	OC-252	YB9AY/7
AS-171	4S7JTG	NA-181	VE7DP/7	OC-286	ZL9A
AS-171	4S7JTO	NA-198	VO1/DJ8QP		
AS-171	4S7NTG			**ANTARCTICA**	
AS-172	R7AL/0	**S.AMERICA**		AN-001	VP8DJB
AS-202	A91HI	SA-002	VP8DMN	AN-007	VP8DIF
AS-203	UA0ZC/p	SA-003	PY0F/PU4VLT	AN-007	VP8SGI
		SA-006	PJ4B	AN-009	VP8STI
AFRICA		SA-026	PP5/ZP9MCE	AN-010	HF0POL
AF-003	ZD8UW	SA-027	PQ5M	AN-016	D8A
AF-004	EA8/IK1PMR	SA-028	ZV2VS	AN-016	OP0LE

IOTA-news (tnx UY5XE)

ДАТА	ВРЕМЯ UTC	CONTEST	MODE
1-31	0000 - 2359	CQ DX Marathon	All
1	1900 - 2100	AGCW YL CW Party	CW
2	1900 - 2100	MOON Contest 144 MHz	CW/Digital/SSB
1	1900 - 2100	AGCW YL CW Party	CW
5	2000 - 2159	Open Ukraine RTTY CS Low band (1)	RTTY
5	2200 - 2359	Open Ukraine RTTY CS Low band (2)	RTTY
5-6	1000 - 1000	RSGB Commonwealth Contest	CW
5-6	0000 - 2400	ARRL International DX Contest	SSB
5-6	0000 - 2400	VERON SWL SLP Contest (2)	SSB
6	0700 - 1100	UBA Spring Contest	CW
6	0800 - 1159	Open Ukraine RTTY CS High band (3)	RTTY
6	1100 - 1700	DARC 10 m Digital Contest "Corona"	Digital
6	0000 - 2359	SKCC Weekend Sprint	CW
8	2000 - 2230	RSGB 432 MHz UKAC	CW/SSB
9	1900 - 2100	MOON Contest 432 MHz	CW/Digital/SSB
12	1200 - 1700	DIG QSO Party (10 - 20 m)	SSB
12	1400 - 2000	AGCW QRP Contest	CW
12	1500 - 1800	QRP ARCI HF Grid Square Sprint	CW
12	2000 - 2400	Чемпионат Украины на КВ	CW
12-13	1600 - 1600	EA PSK31 Contest	BPSK31
12-13	1900 - 1900	Idaho QSO Party	All
12-13	1800 - 0800	TESLA Memorial HF CW Contest	CW
12-14	1800 - 0100	Virginia QSO Party	CW/Digital/SSB
13	0000 - 0400	North American Sprint Contest	RTTY
13	0700 - 0900	DIG QSO Party (80 m)	SSB
13	0700 - 1100	UBA Spring Contest 2 m	CW/SSB
13	0900 - 1100	DIG QSO Party (40 m)	SSB
13-14	1800 - 0100	Wisconsin QSO Party	CW/SSB
14	1800 - 2059	HF Bucuresti Contest	CW/SSB
15	2000 - 2230	RSGB 1,3 GHz UKAC	CW/SSB
16	1900 - 2100	MOON Contest 3,5 MHz	CW/Digital/SSB
17	0030 - 0230	NAQCC Straight Key/Bug Sprint	CW
19-20	0200 - 0200	BARTG HF RTTY Contest	RTTY
19-20	1200 - 1200	DARC HF-SSTV Contest	SSTV
19-20	1300 - 0100	Oklahoma QSO Party (1)	All
19-20	1200 - 1200	Russian DX Contest	CW/SSB
20	0000 - 0400	North American Sprint Contest	SSB
20	0700 - 1100	UBA Spring Contest 80 m	SSB
20	1300 - 1900	Oklahoma QSO Party (2)	All
21	2000 - 2130	RSGB 80 m Club Championship	RTTY
22	2000 - 2230	RSGB 50 MHz UKAC	CW/SSB
26-27	0000 - 2359	CQ WW WPX Contest	SSB
27	0000 - 2400	VERON SWL SLP Contest (3)	SSB



«СКТВ»

ЗАО «РОКС»

Украина, 03148, г. Киев,
ул. Г. Космоса, 2Б
т/ф: (044)407-37-77;
407-20-77, 403-30-68
e-mail: pks@roks.com.ua
http://www.roks.com.ua

Спутниковое, эфирное ТВ. Многоканальные цифровые системы с интегрированной системой условного доступа МИТРИС, MMDS.
Телевизионные и цифровые радиорелейные линии. Модуляторы ЧМ, QPSK, QAM 70 МГц, RF, L-band. Охранная сигнализация, видеонаблюдение.

НПФ «Видикон»

Украина, 02099, Киев, ул. Зрошувальна, 6
тел.: 567-74-30, 567-83-68,
факс: 566-61-66
e-mail:vcb@vidikon.kiev.ua
http://www.vidikon.kiev.ua

Разработка, производство, продажа для КТВ усилителей домовых и магистральных, фильтров и изоляторов, ответвителей магистральных и разъемов, головных станций и модуляторов.

«ВИСАТ» СКБ

Украина, 03115, г. Киев,
ул. Святошинская, 34,
т/ф: (044) 403-08-03,
тел: 452-59-67, 452-32-34
e-mail: visat@i.kiev.ua
http://www.visatUA.com

Спутниковое, кабельное,радиорелейное 1,5...42ГГц. МИТРИС, MMDS-оборудование. МВ, ДМВ, FM передатчики. Кабельные станции BLANKOM. Базовые антенны DECT; PPC; 2.4 ГГц; MMDS 16-dBi; GSM, ДМВ 1 кВт. СВЧ модули: гетеродины, смесители, МШУ, усилители мощности, приемники, передатчики. Проектирование и лицензионный монтаж ТВ сетей. Спутниковый интернет.

«Влад+»

Украина, 03134, г. Киев,
ул. Булгакова, 18, т/ф: (044) 458-56-68,
тел.: (044) 361-22-89, (044) 383-87-13.
e-mail: vlad@vplus.kiev.ua
www.vlad.com.ua

Оф. представитель фирм ABE Elettronika-AEV-CO. EI-ELGA-Elenos, ANDREW. ТВ аналоговые и цифровые передатчики, FM транзисторные передатчики, радиорелейные линии, студийное оборудование. Антенны передающие для ТВ и FM, фидер для тракты ТВ и FM, модернизация и ремонт ТВ передатчиков. Доставка оборудования из-за границы и таможенная очистка груза. Услуги таможенно-лицензионного склада. Монтаж печатных плат.

Beta tvcom

Украина, 83004, г. Донецк,
ул. Гаражная, 39,
т/ф. (062) 381-81-85, 381-98-03,
381-87-53, 386-36-33, 386-36-45
http://www.betatvcom.dn.ua,
e-mail: office@betatvcom.dn.ua

Производство сертифицированного оборудования: полный спектр оборудования для цифрового ТВ; ГС на цифровых и аналоговых модулях для КТВ, цифровые и аналоговые ТВ и FM передатчики 1 – 2000 Вт, системы MMDS, МИТРИС, ЦРРС диапазона 7-40ГГц до 155 Мбит/с, оптические передатчики 1310 и 1550 нм. Измерительные приборы 5-26000 МГц.

РаТек-Киев

Украина, 03056,
г. Киев, пер. Индустриальный, 2
тел: (044) 277-67-41,
т/ф: (044) 277-66-68
e-mail: ratek@torsat.kiev.ua

Спутниковое, эфирное, кабельное ТВ. Производство радиопультов, усилителей, ответвителей, модуляторов, фильтров. Программное обеспечение цифровых приемников. Спутниковый интернет.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ООО НПП «ПРОЛОГ-РК»

Украина, 04212, г. Киев,
ул. Маршала Тимошенко, 4а, к.74
тел: (044) 451-46-45, 451-85-21,
факс: 451-85-26
e-mail: prolog@ipnet.ua

Оптовые и мелкооптовые поставки импортных и отечественных р/электронных компонентов, в том числе с приемкой «1», «5», «9».
Техническая и информационная поддержка, гибкая система скидок, поставка в кратчайшие сроки.

ООО «АМел»

02098, м. Київ,
пр-т. Тичини, буд. 4, оф. 9
тел: (044) 294-26-84
факс: (044) 294-24-66
http://www.amel.com.ua
e-mail: info@amel.com.ua

Активные и пассивные радиоэлектронные компоненты импортного производства (NXP.Atmel), коннекторы, кабельно-проводниковая продукция, изготовление и монтаж печатных плат. Гибкие цены, доставка.

«РКС КОМПОНЕНТЫ»

Украина, 03087, г. Киев,
ул.Чоколовский бульвар, 42а, 1-й этаж.
тел./факс: (044) 220-01-72
e-mail: rcs1@rcs1.relc.com
www.rcscomponents.kiev.ua

Склад ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ в Киеве. Прямые поставки от производителей.

ООО «РТЭК»

Украина, 04119, г. Киев,
ул. Дегтяревская, 62, офисный центр «Ферммаш», оф. 46.
тел: (044) 456-98-69, (044) 456-51-27,
(044) 520-04-77, 520-04-78, 520-04-79
e-mail:chip@roinbow.com.ua
http://www.rainbow.com.ua
http://www.rtcs.ru

Официальный дистрибьютор на Украине ATMEL, MAXIM/DALLAS, INTERNATIONAL RECTIFIER, NATIONAL SEMICONDUCTOR, ROHM.

RCmarket.ua

Розничный интернет-магазин радиодеталей

Украина, 61108, Харьков, а/я 9416
e-mail: info@RCmarket.ua
http://www.RCmarket.ua

Возможность оплаты при получении.
Доставка по всей Украине.

- Конденсаторы
- Микросхемы
- Транзисторы
- SMD компоненты

И многое другое!

Компанія СЕА

Україна, 02094, м.Київ,
Вул. Краківська, 13Б.
тел.: (044) 291-00-41
(багатоканальний)
т/ф: (044) 291-00-42
E-mail: info@sea.com.ua
http://www.sea.com.ua

Регіональні представництва:
Дніпропетровськ: dnipro@sea.com.ua
Харків: kharkiv@sea.com.ua
Львів: lviv@sea.com.ua
Одеса: odessa@sea.com.ua

Електронні компоненти; електротехнічна продукція; кабельно-дротова продукція; промислові комп'ютери; бездротові компоненти, світлодіодна продукція і оптоелектроніка; джерела живлення; вимірювальні пристрої; лічильники електроенергії; паяльне обладнання, витратні матеріали та інструмент; контрактне виробництво.

SPARE-PART

Украина, 03150, г. Киев,
ул. Большая Васильковская, 80
тел. (098) 561-8558, (066) 355-39-44
http://www.sparepart.com.ua
e-mail: support@sparepart.com.ua

Электронные компоненты: микросхемы, модули, дисплеи, лазерные головки, конденсаторы. Со склада и под заказ, от 1 ед.

VD MAIS

Украина, г. Киев, 03061,
ул. М. Донца, 6
тел: (044) 492-88-52 (многокан),
220-0101, факс: 220-0202
e-mail:info@vdmais.kiev.ua
http://www.vdmois.kiev.ua

Эл. компоненти, системы промавтоматики, измерительные приборы, шкафи и корпуса, оборудование SMT, изготовление печатных плат. Дистрибьютор: Agilent Tehnologies, AIM, ANALOG DEVICES, ASTEC POWER, Cree, DDC, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, FILTRAN, GEYER ELECTRONIC, IDT, Hameg, HARTING, KINGBRIGHT, Kroy, LAPPKABEL, LPFK, MURATA, PACE, RECOM, Rittal, Rohm, SAMSUNG, Siemens, SCHROFF.

«ТРИОД»

Украина, 03194, г. Киев-194,
ул. Зодчих, 24
т/ф: (044) 405-22-22, 405-00-99
e-mail: ur@triod.kiev.ua
http://www.triod.kiev.ua

Радиолампы пальчиковые 6Д.., 6Н.., 6П.., 6Ж.., 6С и др. Генераторные лампы Г, ГИ, ГМ, ГМИ, ГУ, ГК, ГС и др. Тиратроны, кенотроны. Магнетроны, лампы бегущей волны, клистроны, разряд-

ники. Электронно-лучевые трубки, видиконы, ФЭУ. Контакторы ДМР, ТКС, ТКД и др. Автоматы защиты АЗР, АЗСГК и др. СВЧ модули 1ГИ..,1УИ.., 1УСО и др. Сельсины , двигатели. Высоковольтные конденсаторы К15-11,К15У-2 и др. Гарантия. Доставка. Скидки. Продажа и закупка.

ООО «Дискон»

Украина, 04073, г. Киев,
ул. Семена Скляренко, 9
т/ф: (044) 359-05-04, (096) 783-26-37
e-mail: sales@discon.ua
http://www.discon.ua
Электронные компоненты. Самый большой склад вентиляторов и аксессуаров от компаний SUNON SAS (Тайвань). Компоненты для компенсации реактивной мощности Epcos (Германия). Элементы для индустриальной автоматики: термостаты, гигростаты, решетки, нагревательные элементы и пр. продукция Fandis (Италия). Лампы СКЛ, ЛПО, ЛПС, Протон-Импульс (Россия, г. Орел). Светодиодная продукция ТМ Voltex (офисное, уличное и промышленное освещение). Автоматические выключатели и контакторы SEZ и Voltex. Трансформаторы для печатного монтажа Zettler. Силовые модули Semikron (Германия). Алюминиевый профиль Eural (Италия). В наличии на складе. Прямые поставки.

ООО «ПАРИС»

г. Киев, пр-кт Победы, 30, кв. 72
тел: (044) 286-25-24, 527-99-54,
т/ф: 285-17-33
e-mail:paris@mail.paris.kiev.ua
www.parisgroup.com.ua
Разъемы, соединители, кабельная продукция, сетевое оборудование, выключатели и переключатели. Электрооборудование: шкафы, щиты, короба, лотки, пускатели. ЖКИ, светодиодная продукция. Инструмент.

ООО «Компонент Сервис»

Киев, пер.Красноармейский, 14,
тел/факс +38 (044)525-00-44,
525-0053, 408-70-45
E-mail: tkd@tkd.com.ua
http://www.tkd.com.ua
Электронные компоненты стран СНГ и импортные: конденсаторы, кварцевые резонаторы, дроссели, трансформаторы, ферриты, резисторы и другие необходимые Вам электронные компоненты со склада и под заказ.

GSM СТОРОЖ

Украина, г. Ровно
тел.: (097) 48-13-665
http://www.gsm-storozh.com.ua
e-mail: info@gsm-storozh.com,
mapic@mail.ru
Охранные устройства с оповещением по каналу сотовой связи – охрана объектов с оповещением на телефон (звуковое, SMS и GPRS сообщения), дистанционное управление устройствами, определение координат автотранспорта (GSM и GPS навигация), возможность дистанционного контроля группы объектов (DTMF, CSD, GPRS диспетчер). Разработка, производство, внедрение. Гибкие цены, гарантия, доставка по СНГ.

«ЭлКом»

Украина, 69000, г. Запорожье,
пр. Ленина, 152, (левое крыло), оф. 309
т/ф: (061) 220-94-11,
тел.: 220-94-22
e-mail: elcom@elcom.zp.ua
http://www.elcom.zp.ua
Эл. компоненты отечественного и импортного производства со склада и под заказ. Спец. цены для постоянных покупателей. Доставка почтой. Продукция в области проводной связи. электроники и коммуникаций. Разработка и внедрение.

ОЛЬВИЯ Электра

Украина, 03113, г. Киев,
ул. Дружковская, 10, оф. 711
тел.: (044) 503-33-23, 599-75-50
e-mail: korpus.kiev@gmail.com
http://www.korpus.kiev.ua
Корпуса пластиковые для РЭА, кассетницы. Пленочные клавиатуры. Кабельно-проводниковая продукция.

000 «РЕКОН»

Украина, 03168, г. Киев,
ул. Авиаконструктора Антонова, 5, оф.108
e-mail: info@rekkon.kiev.ua
http://www. rekkon.kiev.ua
Поставки электронных компонентов. Гибкие цены, консультации, доставка.

Корпорация «ТЕХЕКСПО»

Україна, 79015, м. Львів,
вул. Героїв УПА, 71д
тел.: (032) 232-54-33, 232-54-36
т/ф: (032) 295-21-65
e-mail: tehexpo@tehexpo.lviv.ua
Прямі поставки зі складів ТМЕ (Польща). Електронні компоненти. Контрольно-вимірювальна техніка. Паяльне обладнання та аксесуари. Виготовлення друкованих плат.

ООО «СерПан»

Украина, г. Киев, бул. И. Лепсе,8
тел.: (044) 594-29-25, 454-13-02, 454-11-00
e-mail: cerpan@cerpan.kiev.ua
www. cerpan.kiev.ua
Предлагаем со склада и под заказ: разьемы 2РМ, СШР, ШР и др. Конденсаторы, микросхемы, резисторы. Предохранители, диоды, реле и другие радиокомпоненты.

ООО «Имрад»

Украина, 04112, г. Киев, ул. Шутова, 9
т/ф: (044) 490-2195, 490-21-96,
495-21-09/10
e-mail: imrad@imrad.kiev.ua
http://www.imrad.kiev.ua
Высококачественные импортные электронные компоненты для разработки, производства и ремонта электронной техники со склада в Киеве.

ООО «КОМИС»

Украина, 03150, г. Киев,
пр. Краснозвездный, 130
т/ф: (044) 525-19-41, 524-03-87
e-mail: komis-kiev@ukr.nel
http://www.komis.kiev.ua
Комплексные поставки всех видов отечественных эл. компонентов со склада в Киеве. Поставка импорта под заказ. Спец. цены для постоянных клиентов.

ТОВ «ЕЛЕКОМ»

Україна, м. Київ,
бул. Т.Шевченка 38, к.47
т/ф: (044) 239-73-23
e-mail: office@elecom.kiev.ua
web: www.elecom.kiev.ua
Компанія «Елеком» займаємося поставками будь-яких видів електронних компонентів (у тому числі особливо рідкісних, раритетних і знятих з виробництва) загальною номенклатурою понад 60 мільйонів найменувань (від 1 шт.).

ООО «Радар»

Украина, 61058, г. Харьков,
(для писем а/я 8864)
ул. Данилевского, 20 (ст. м.«Научная»)
тел.: (057) 754-81-50,
факс: (057) 715-71-55
e-mail: radio@radar.org.ua
Радиоэлементы в широком ассортименте в наличии на складе: микросхемы, транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы, элементы индикации, разъемы, установочные изделия и многое другое. Возможна доставка почтой и курьером.

ООО «РАДИОКОМ»

Украина, 21021, г. Винница,
ул. Келецкая, 60, к.1
тел.: (0432) 53-74-58, 65 72 00,
65 72 01, (050) 523-62-62,
(050) 440-79-88, (068) 599-62-62
e-mail: radiocom@svitonline.com
http://www.radiocom.vinnitsa.com
Радиокомпоненты импортного и отечественного производства. Керамические, электролитические и пленочные конденсаторы. Резисторы, диоды, мосты, стабилизаторы напряжения. Стабилитроны, супрессоры, разрядники, светодиоды, светодиодные дисплеи, микросхемы, реле, разъемы, клеммники, предохранители.

Setron GmbH

Украина, 02232, г.Киев,
ул. М.Цветаевой, 16-В, оф.190
тел. (067) 935 86 57, (095) 941 18 18
e-mail: roman.vakulko@setron.de
http://www.setron.de
Поставка электронных комопонентов ведущих мировых производителей: Linear Technology, Rafi, Samtec, Kingbright, JST, Jamicon, Aimtec, Finder, AOS, Myrra и др..
Активные, пассивные полупроводниковые компоненты, коннекторы, светодиоды, дисплеи, кабель, электромеханические компоненты, инструмент. Склад продукции в Германии. Гибкие цены и лояльные условия поставки. Поддержка проектов.

ООО «ДЛС-РАДІОДЕТАЛІ»

WWW.RADIODETALI.COM.UA
Павильон 9В «Радиодетали»
Киевский радиорынок
«Караваевы дачи»
тел.: (044) 362-04-24,
(044) 242-20-79,
(067) 445-77-72, (095) 438-82-08
Электронные компоненты и оборудование для производства и ремонта электронной техники.

Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. Германович, НиТ, 2014г, 320с.	198.00
Электротехнический справочник. Практическое применение современных технологий., НиТ, 2014г., 592с.	198.00
Профессиональные советы домашнему электрику. Шмаков В., НиТ, 2014г.,592с.	174.00
Силовая электроника. Теория и конструирование. Москатов Е.А. МК-Пресс, 256с., 2013г.	120.00
Справочник электрика для профи и не только... Современные технологии XXI века., НиТ, 2013г.576с.	195.00
Современная электросеть. Книга + видеокурс.,Михайлов, НиТ, 2013г., 256с.	98.00
Сборник лучших публикаций журнала «Электрик». Инженерные решения + CD с журналами.	65.00
Справочник по ремонту электрооборудования. Книга+CD., Партала О.Н., 2010г., 416с.+CD	130.00
Типовая инструкция по эксплуатации линий воздушных электропередачи напряж. 35-800 кВ.,200с.	49.00
Теория и практика проведения электротехнич расчетов в среде MATHCAD и MULTISIM., 400с. +DVDНиТ, 2012г.	195.00
Справочник дачного электрика. Бессонов В.В., НиТ, 2010г., 384с.	85.00
Краткий справочник домашнего электрика. Шмаков, НиТ, 2015г., 288с.	145.00
Справочник дачного мастера: вода, газ, электричество, отопление, охрана и не только. НиТ, 352с.	98.00
Бытовые и автомобильные кондиционеры. Монтаж, установка, эксплуатация. Брошюра	25.00
Квартирный вопрос. Домашняя электросеть, шпионские штучки, освещение, сварка и не только.2009г.,320с.	55.00
Металлоискатели, конструкции. Мастерская радиолюбителя. Брошюра	25.00
GSM сигнализации из старой мобилки. (Простые конструкции без программаторов). Брошюра	25.00
Трехфазный электродвигатель в однофазной сети. Способы подключения. Брошюра	25.00
Изготовление бензина из воды и бытового газа. Конструкция и описание устройства. Брошюра	25.00
Высокочастотный сварочный аппарат. Мастерская радиолюбителя. Брошюра -схемы, конструкции	25.00
Домашний практик. Сварочный полуавтомат. Брошюра -схемы, конструкции, 2010г.	35.00
Монтаж и эксплуатация электропроводки. Справочное пособие. Брошюра – практич. руководство 2010г.	25.00
Охранные и пожарные системы сигнализации. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Электрошокеры. Брошюра -схемы, конструкции., 2011г.	29.00
Самодельный микроплазменный сварочный аппарат. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельный электролизный сварочный аппарат. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	29.00
Самодельный электростатический воздухоочиститель. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельные установки для промывки инжекторных систем. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельная установка для изготовления пенобетона. Брошюра - схемы, конструкции, 2010г.	25.00
Самодельная установка системы безинерционного отопления. Брошюра, конструкция, 2010г.	29.00
Самодельная электростатическая коптильня. Брошюра, конструкция, 2010г.	25.00
Самодельная печь на жидком топливе. Брошюра, конструкция, 2010г.	25.00
Печи для бани. В помощь домашнему мастеру. Конструкции, проекты. Брошюра	25.00
Системы совместного отопления. Теплогенераторы, газовые камины, печи-камянки. Брошюра	25.00
Теплицы, парники. Проекты и технология строительства. Брошюра.	25.00
Установка сантехники в загороднем доме и квартире. В помощь домашнему мастеру. Брошюра.	25.00
Экономное строительство загородного дома. Расчеты, выбор оптимальных вариантов. Брошюра.	25.00
Электронный регулятор сварочного тока. Брошюра.	25.00
Сварочный аппарат из компьютерного блока питания. Брошюра – схема-конструкция, 2010г.	20.00
Сварочный инвертор – это просто. В помощь домашнему мастеру. Брошюра -схемы, конструкции, 2008г.	35.00
Краткий справочник сварщика. Корякин-Черняк, НиТ, 2010г., 288с.	65.00
Самоучитель по установке систем защиты автомобиля от угона. Найман В.С., НиТ, 384с	58.00
Содержание драгоценных металлов в компонентах радиоэлектронной аппаратуры. Справочник., 208с.	35.00
Справочник по современным автосигнализациям том 1 и том 2. Корякин-Черняк, 2009г., по 320с.	по 49.00
Вся радиоэлектроника Украины 2015. Каталог. К.:Радиоаматор, 2014г., 92 с.А4	30.00
Источники питания. Москатов Е., МК, 2014г., 208с.	78.00
Как создать источники питания своими руками. Шмаков С.Б., 2013г., 288с.	145.00
Современные источники питания ПК и периферии. Полное руководство. Кучеров Д., НиТ,2007г., 346с.+CD	69.00
Справочник по цветовой, кодовой маркировке и взаимозаменяемости элементов + цв. вклейки,2010г,320с.	125.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, тиристоры, диоды + SMD от A до Z. Том 1.(A…M), изд 4 доп. 816с.	110.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, тиристоры, диоды + SMD от A до Z. Том 2.(N…Z), изд 4 доп. 816с.	110.00
Зарубежные микросхемы, транзисторы, диоды 0…9. Справочник. Изд. 4-е переработанное и доп.,.664с.	110.00
Транзисторы. Справочник. Том 1,т.2. Турута Е.Ф., НиТ, по 538с.	по 98.00
Транзисторы в SMD исполнении. Справочник. Авраменко А.Ф., Т.1, т.2 МК-Пресс., 544с.+640с.	по 85.00
Микропроцессорное управление телевизорами. Виноградов А.В., НиТ, 144с.	40.00
Микросхемы для CD-проигрователей. Сервосистемы. Справочник. НиТ, 268с.	49.00
5000 современных микросхем УМНЧ и их аналоги. Справочник. Турута Е. Ф., НиТ, 560с.	125.00
Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтролл. В. Трамперт, 2006г., 208с.+CD	79.00
Измерение, управление и регулирование с помощью PIC микроконтроллеров. Д. Кохц. МК, 2006г., 302с.+CD	79.00
Измерение, управление и регулирование с помощью макросов VBA в Word и Excel. Г. Берндт, 2008г., 256с.+CD	89.00
Микроконтроллеры PIC и встроенные системы. Применение Ассемблера и С для PIC18. МК., 2010г. 752с.	175.00
Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips. Т. Мартин., М.:Додека., 240с.+CD	60.00
Микроконтроллеры фирмы PHILIPS семейства x51. Фрунзе А.В., М.:Скидмен, 336с.А4	65.00
Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагаем от «чайника» до профи. Книга+видеокурс,2014г.	245.00
Программирование микроконтр. для начинающ. Визуальное проектир., язык С, ассемблер + CD., МК,2010г.	75.00
Программирование микроконтроллеров ATMEL на языке С (+CD). Прокопенко, НиТ, 2015г., 320с+CD	150.00
Программирование микроконтроллеров ATMEL на языке С (+CD). Прокопенко, МК, 2012г., 320с+CD	95.00
Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М.Тим Джонс., М.:ДМК, 312с.	69.00
Проектирование интеллектуальных датчиков с помощью Microchip dsPIC. К. Хадлстон,МК, 2008г. 320с.+CD	78.00
Ремонт. Современные копировальные аппараты. Секреты эксплуатации и ремонта. Вып. 98, 296с.А4	89.00
10 практических устройств на AVR микроконтроллерах. Кравченко А., МК, 2011г., 416с.	79.00
1001 секрет телемастера. Энциклопедия секретов ремонта телевизоров (А….R), Рязанов М.Г. , 2007г.,288с.	65.00
1001 секрет телемастера. Энциклопедия секретов ремонта телевизоров (S….Э), Рязанов М.Г., 2007г., 208с.	65.00
1001 секрет телемастера. Энциклопедия секретов ремонта телевизоров. Новые мод. Рязанов М.Г., 2007г.	65.00
ГИС – помощник телемастера для ремонта и настройки ТВ. Справочное пособие. Гапличук Л.С. , 160с.	20.00
Зарубежные резидентные радиотелефоны.(SONY,SANYO,BELL,HITACHI,FUNAI и пр.),176с.А4+сх.	25.00
Настольная книга разработчика роботов + CD. Бишеп О., МК, 2010г., 400с.	110.00
Металлоискатели своими руками. Как искать что бы найти монеты, украшения, клады. Корякин-Черняк	78.00
Как собрать металлоискатели своими руками (33конструкции). Дубровский С.Л., НиТ, 2010г., 256с.	79.00
Шпионские и антишпионские штучки. Яковлев, НиТ, 2015г., 320с.	220.00
Как сделать сварочные аппараты своими руками. Кобелев, НиТ, 2011г., 304с.	85.00
Как создать ламповый усилитель своими руками. Торопкин, НиТ, 2012г., 288с.	145.00
Как собрать антенны для связи, телевидения, WI-FI своими руками. Массорин, НиТ, 2010г., 320с.	95.00
Антенны. Практическое руководство. Миллер А., НиТ, 2012г., 480с.	150.00
Справочник по ремонту и настройке спутникового оборудования. Книга+CD. НиТ, 2010г., 240с.+CD	99.00
Энциклопедия спутникового телевидения. Выбор,устан.,настройка,работа,схемот.,ремонт.,416с.+CD	140.00
Схемотехника. 500 устройств на аналоговых микросхемах. Шустов., НиТ, 2013г., 352с.	175.00
500 схем для радиолюбителей. Радиостанции и трансиверы. Семьян А.П., НиТ, 2-е издание, 2008г.,264с.	95.00
500 схем для радиолюбителей. Современные передатчики. (1,8-430 МГц – ДВ,СВ,УКВ,FM) Семьян. А., 2008г., 352с.	75.00
500 схем для радиолюбителей. Современная схемотехника в освещении. Эффективное электропитание люминесцентных ламп, светодиодов, элементов «Умного дома». Давиденко А., НиТ, 2008г., 320с+CD	99.00
Настольная книга радиолюбителя коротковолновика. Вербицкий А., НиТ, 2012г., 400с.	140.00
Искусство схемотехники. Просто о сложном. Гаврилов А., НиТ., 2011г., 352с.	150.00
Искусство ламповой схемотехники. Гаврилов А., НиТ, 2012г., 304с.	140.00
Акустические системы своими руками. Гапоненко, НиТ, 2013г., 240с.	98.00
Лампово-транзисторные усилители своими руками. Гапоненко., НиТ, 2012г.,352с.	135.00
Радиохобби. Лучшие конструкции усилителей и сабвуфферов своими руками. Сухов Н., НиТ, 2012г., 272с.	125.00
Радиохобби. Лучшие констр. аудиотехники акуст. систем св. руками. Сухов Н., НиТ, 2012г., 288с.+ тест-CD	139.00
Радиолюбительские конструкции на PIC-микроконтроллерах. Т.1, т.2	по 85.00
Основы цифровой схемотехники. Бабич, МК, 2007г., 480с.	65.00
Монтер связи станционного оборудования. Баранов В.П., 166с.	30.00
Технологии измерений первичной сети.(Системы синхронизации, B-ISDN, ATM.) М.:Эко-трендз.,150с.А4	47.00
25 лучших программ для работы с жестким диском. Форматирование, восстан. поврежд. данных и пр. НиТ	60.00
150 полезных программ для Вас и вашего компьютера. Будрин А., НиТ, 2012г., 256с.	60.00
Англо-русский словарь-справочник для польз. ПК, ноутбуков, планшетных компьютеров.,НиТ	90.00
Администрирование Windows 7. Практич. руководство и справочник администратора.НиТ,2013г.400с.	95.00
Бесплатные антивирусы + бесплатное использование платных антивирусов. НиТ, 2010г., 192с.+CD	59.00
Беспроводная компьютерная сеть WI-FI своими руками. Установка, настр., использование. Самоучитель	118.00
Все для работы с жестким диском, файлами и данными. Полное руков. + DVD. НиТ,416с.+DVD	85.00
Глюки, сбои и ошибки компьютера. Решаем проблемы сами. Просто о сложном. НиТ, 2013г., 240с.	57.00
Цифровая реставрация фотографий. Методики восстан. старых и поврежд. снимков. МК,2012г.,416с.+DVD	105.00
Цифровое фото, видео, аудио. Практич. самоучитель от Computer Bild. НиТ, 2009г., 384с.+DVD	75.00
Железо 2011. Путеводитель по компьютерным устр-вам и комплектующим. Казимов А., 2011г, НиТ, 400с.	100.00
Защита компьютера от вирусов (книга + видеокурс на DVD). В.Вулф, НиТ,160с.+ DVD	78.00
Золотая сборная операционных систем на вашем ПК. Как установить 25 систем на одном ПК + CD	115.00
ИНТЕРНЕТ.Полное рук-во.Книга +DVD. Антоненко, НиТ, 2013г., 560с+DVD	125.00
Как заказать сайт. Практическое руководство для непрофессионалов. НиТ, 2012г., 192с.	75.00
Как пользоваться компьютером. Краткий курс с видеоуроками на CD. Самоучитель. Лобанов, 2011г.	89.00
Как восстановить файлы и данные с жесткого диска, флешки, поврежденных CD/DVD., 2009г., 256с.+ DVD	98.00
Как скачать из Интернета фильмы, книги, музыку, журналы, компьютерные игры и программы, кулинарные рецепты, фотографии, файлы и все, все, все... Гришаев, НиТ, 2014г	138.00
Компьютер. Полное руководство. Книга+игровой DVD (более 50 игр). Антоненко, 560стр.+DVD	119.00
Компьютер для женщин. Самоучитель + DVD. Соколянская, НиТ, 2012г., 368с.+DVD	95.00
Комплект з двох Книг користувача ПК (906 сторінок українською), Майхрич, 906с.	120.00
Компьютер на флешке.Работающие Win, Linux, офис и еще 150 прогр. на флешке в кармане! 2009г,252с.+DVD	100.00
Компьютерные сети и сетевые технологии. Кузьменко А., 2014г., 368 с.	155.00
Лучшие программы для вашего планшета на Android. Ульянов А., 2014г., 320с.	169.00
Мой любимый КОМПЬТЕР. Самоучитель для женщин. Трубникова Н., НиТ, 2012г, 368с.	69.00
Мой любимый ноутбук. Самоучитель для женщин. Трубникова Н., НиТ, 2012г, 352с.	95.00
Мой любимый интернет. Самоучитель для женщин., НиТ, 2013г., 288с.	100.00
Ноутбук для ваших родителей с Windows 8. Вяземский А., НиТ, 2014г., 336с.	119.00
Планшет. Самоучитель работы на планшетном компьютере с ANDROID. Торельсон А., НиТ, 2013г.,336с.	115.00
Планшетник на ANDROID. Миникурс. Аркачеев А., НиТ, 2014г, 240с.	109.00
Планшет на ANDROID для ваших родителей. Темирязев А., НиТ, 2015г, 320 с.	119.00
Полезный компьютер для ваших родителей. НиТ, 2012, 336с.	85.00
Полезный интернет для ваших родителей. НиТ, 2012, 272с.	75.00
Реестр Windows 7. Книга готовых рецептов. Самоучитель. НиТ, 2011г., 224с.	85.00
Сайт на 1С-Битрикс: создание, поддержка и продвижение. Базовое практич. руков-во. Расторгуев,2012г	100.00
Самоучитель. Планшет: работа на планшетном компьютере с ANDROID. Торельсон, НиТ, 2014г, 352с.	145.00
Самоучитель работы на ноутбуке с Windows 7, 4-е изд.НиТ, Юдин,2012г., 512с.	145.00
Самоучитель С+. Начало программирования. 2-е изд. НиТ, 2013г., 496с.	152.00
Самоучитель Windows 7. Установка, настройка, использование.,Тихомиров, НиТ, 2010, 304с.	80.00
Самоучитель работы на ноутбуке с Windows 8. Юдин А., НиТ, 2014г., 512 стр.	139.00
Самоучитель Linux. Установка, настройка, использование. Колисниченко Д.Н. НиТ., 368с.	89.00
Тайны BIOS. Якусевич В., МК, 336с.	50.00
Толстый самоучитель работы в Интернете. Все самое интересное, полезное и нужное… НиТ, 2013г.,560с.	115.00
Толстый самоучитель работы на компьютере , 6-е изд., Антоненко, НиТ, 2012г., 560с.	110.00
«Тонкая» настройка и секреты Windows 7. Практическое руководство. Лукьянович. НиТ, 2013г., 320с.	89.00
Фотошопчик. Самоучитель. Adobe Photoshop на практике. Обраб.,фотомонтаж и фотоприколы. НиТ.,224с.	49.00
Хакинг Windows 7. Практическое Руководство. Книга + CD. Матвеев, НиТ, 2013г., 320с+CD	115.00
Хакинг Windows 8. Практическое Руководство. Книга + CD + виртуальный CD. Альтер, НиТ, 2014г., 304с.	195.00
Bios.Настройки.Описание, рекомендации по выбору значений,разгон ПК,решение проблем.5-е изд. 2013г.	85.00
Excel 2010. Пошаговый самоучитель + справочник пользователя. Серогородский, НиТ, 2014г., 400с.	125.00
Excel 2013. Пошаговый самоучитель + справочник пользователя. Серогородский, НиТ, 2014г., 400с.	145.00
MATLAB. Самоучитель. Практический подход. НиТ, 2012г.,448с.	175.00
Windows 8. Все об использовании и настройках. Самоучитель. Матвеев, 2013г, НиТ, 656с.	149.00
Windows 8. Эффективный самоучитель. Настройка, использование, полезные приемы. 2013г., 304с.	89.00
Windows 8. Полное руководство Книга + DVD (9 Гб) с обновлениями Windows 8, видеоуроками..,2013г.	169.00
Windows 8.1. Все об использовании и настройках. Самоучитель. Матвеев, НиТ, 2015г., 656с.	235.00
Windows 8.1. Полное руководство. Самоучитель. Матвеев, НиТ, 2015г., 656с.	275.00
Установка, переустановка, восстановление, настройка Windows 8. Экспресс-курс.,2013г.,224с.	65.00
Windows+Linux+MacOS на одном компьютере. Книга + DVD. Романенко А., НиТ, 2011г., 256с+DVD	125.00
Windows Vista. Установка, настройка, использование. Просто о сложном. Кузнецов Н.А., НиТ, 234с.	35.00
Полное руководство 2012. Windows 7. Книга + DVD с обновл.2012, видеоур., гаджетами и прогр., 2012г.	145.00
Nero 9. Запись CD и DVD. Создание видеоDVD с красивым меню, фото-и видео слайдшоу, КАРАОКЕ. 256с. + DVD	68.00
ADOBE Photoshop CS5. Официальная русская версия. Учебный курс + цв. вклейки. НиТ, 448с.,2012г.	149.00
Photoshop CS5. Официальная русская версия. Книга + учебный видеокурс на DVD. НиТ, 448с+диск.,2012г.	179.00
Photoshop CS6. Миникурс. Основы фотомонтажа и редактирования изображений. 2013г., 240с.	75.00
AutoCAD 2014. Книга+DVD с библиотеками, шрифтами по ГОСТ, модулем СПДС от Autodesk, видеоуроки	195.00
AutoCAD 2014: официальная русская версия. Эффективный самоучитель. 2014г., 624с.	165.00
Sony Vegas PRO 11 + DVD. Профессиональный видеомонтаж. Холл, 2013г., 368с.	185.00
Skype. Бесплатные телефонные звонки и видеосвязь через Интернет. НиТ, 112с., 2011г.	42.00
SEO-копирайтинг. Практическое руководство по созданию «правильных» текстов». НиТ, 2013г.,304с.	165.00
Компьютерное делопроизводство и работа с офисной техникой. Учебный курс. Козлов Н.В., 300с.	35.00
Компьютер. Полное руководство. Книга+игровой DVD. Антоненко. НиТ, 2011г., 560с.	125.00
Новичок. Exel 2010: работа с электронными таблицами и вычеслениями., 2010г., НиТ, 192с.	40.00
Новичок. Word 2010: создание и редактирование текстовых документов., 2010г., НиТ, 192с.	40.00
Новичок. Работа в WINDOWS 7. Ехновский А., НиТ, 2-е изд-е, 2011г., 240с.	75.00
Новичок. Переустан, установка, настр., восстановл. Windows 7. Практич. инструкции по решению проблем.	60.00
Ноутбук с Windows 8.Самый простой самоучитель. Юдин Н., 2014г., 272с.	105.00
Ноутбук с Windows 8.Полное руководство 2014.Книга + DVD, 512с.+DVD с 5-ю видеокурсами	165.00
Ноутбук с Windows 8. Мини-курс. Юдин Н., 2014г., 256 с.	75.00
DVD-R «Подборка книг и инструкций по работе и настройках WINDOWS XP»	65.00
DVD-R «Подборка книг и инструкций по работе и настройках WINDOWS 7»	65.00
DVD-R «РАДИОАМАТОР за 20 лет» «РА»-1999–2012г.г.+»Эл"-2000-2012г.г+РК+РП+К.(425 номеров на 1 диске)	65.00
DVD-R «Радиолюбитель» Архив 1991-2011г.г., 250 номеров на 1 диске	65.00
DVD-R «Радиоконструктор» 1999-2012г.г., Все номера на 1 диске	65.00
DVD-R «Ремонт электронной техники» 2000-2008г.г. Все журналы на 1 диске	65.00
DVD-R «Схемотехника» 2000-2007г.г., Все журналы на 1 диске	65.00
DVD-R «В помощь радиолюбителю» 1956-1992г.г., Все журналы на 1 диске	65.00
DVD-R «Радио» Архив 1925-2011г.г. Все номера.	65.00
DVD-R «Моделист-конструктор» 1996-2011г.г. Весь архив на 1 диске	65.00
DVD-R «Юный техник» 1956-1989г.г. Весь архив на 1 диске	65.00
DVD-R «Юный техник для умелых рук» 1972-1990г.г. Весь архив на 1 диске	65.00
DVD-R «Ремонт и сервис» 2005-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Радиоаматор» 1994-2009г.г. Все номера	65.00
DVD-R «Prakticka Elektronika@Konstruccni Elektronika@Amatorske Radio» Все номера 2007-2013г.г.	65.00
DVD-R «Антенны от А до Я», КВ-УКВ, Си-Би, городские, спутниковые, Более 500 конструкций.	65.00
DVD-R «Большой справочник по транзисторам» Даташиты на 3200 позиций	65.00
DVD-R «Отечественные диоды и их зарубежные аналоги.»	65.00
DVD-R «Полный справочник по транзисторам, диодам, микросхемам на 2012г. (0-9, A-Z,ADC,DAC)»	65.00
DVD-R «Энергетика, электротехника, автоматика» Сборник справочников и нормативных документов	65.00
DVD-R «Электродвигатели от А до Я».	65.00
DVD-R «Практическая схемотехника. Более 2500 полезных схем на 1 диске»	65.00
DVD-R «Радиодизайн-любительская схемотехника. Журнал»1996-2009г.г.+ подборка книг по схемотехн.»	65.00
DVD-R «Радиоэлектроника и схемотехника от А до Я»	65.00
DVD-R «Суперсборник схем, рекомендаций и техлитературы для радиолюбителя»	65.00
DVD-R «Шпионские устройства, и способы борьбы с ними». Около 200 схем, конструкции,инструкции	65.00
DVD-R «Ремонт измерительной техники от А до Я». Схемы + инструкции	65.00
DVD-R «Рыбалка, устройства для рыбалки, электроудочки». Схемы, инструкции	65.00
DVD-R «УМНЧ, операционные усилители, аудиотехника». Схемы, инструкции, теория	65.00
DVD-R «Сварка и сварочные аппараты. Технологии и конструкции.»	65.00
DVD-R «Сварка. Теория, практика, конструкции сварочных аппаратов»	65.00
DVD-R «Собрание схем телефонов Beng, Siemens, Panasonic, Nokia» 1996-2010 г.в. (280 схем)	65.00
DVD-R «Видеокамеры SONY, PANASONIC, Sharp» схемы и сервис мануалы	65.00
DVD-R «Мониторы LG, SAMSUNG» схемы и сервис мануалы	65.00
DVD-R «Мониторы ACER, PHILIPS, PANASONIC, NEC» схемы и сервис мануалы	65.00
DVD-R «Мастерская радиолюбителя.«Ремонт и обслуживание отечественных и зарубежных ТВ»	65.00
DVD-R «Телевизоры «SAMSUNG» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Телевизоры LG, SHARP» Схемотехника, модели 1985-2009 г.в.	65.00
DVD-R «Телевизоры AMSTRAD, ITT-Nokia, Roadstar» Схемотехника, модели 1990-2011 г.в.	65.00
DVD-R «Телевизоры VESTEL, ERISSON» Схемотехника, модели 1985-2010 г.в.	65.00
DVD-R «LCD Телевизоры Samsung, Panasonic, Sharp» Схемотехника моделей 2002-2010г.в.	65.00
DVD-R «Телевизоры «JVC, Akira» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Телевизоры «SONY» + аудиотехника. Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Телевизоры. Блоки питания, прошивки, пульты управления на все ТВ» - модели 1985-2011 г.в.	65.00
DVD-R «Телевизоры «PANASONIC, SANIO» Схемотехника, модели 1985-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Телевизоры «GRUNDIG» Схемотехника,более 200 моделей	65.00
DVD-R «Телевизоры «BEKO, REKORD, ROADSTAR» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Телевизоры «DAEWOO, Rubin, Rolsen, Vestel» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Телевизоры «RAINFORD, BEKO» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Телевизоры «SHARP, ERISSON» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Телевизоры «AKAI, AIWA, Hitachi, Funai» Схемотехника, модели 1990-2009 г.г.	65.00
DVD-R «Телевизоры «Горизонт, Витязь, Рубин, Рекорд» Схемотехника, около 300 моделей	65.00
DVD-R «Схемы отечественных цветных и ч/б телевизоров 1970-1996 г.в. более 200 моделей	65.00
DVD-R «Цифровые фотоаппараты CASIO, NIKON, CANON, Olimpus и др.» схемы и сервис	65.00
DVD-R «Ремонт стиральных машин». Теория, практика, схемотехника.	65.00
DVD-R «Ремонт микроволновых печей LG, Samsung, Daewoo и др » Схемотехника, модели 1990-2010 г.г.	65.00
DVD-R «Кондиционеры и холодильники.» Теория, практика, схемотехника.	65.00
DVD-R «Принтеры, ксероксы, факсы Samsung, HP, Canon, Lexmark» схемы и сервис мануалы, (1994-2011г.)	65.00
DVD-R «Ноутбуки. Инструкции по ремонту, схемы и сервисная документация.»	65.00

Журналы (стоимость за 1 экз. издания)

«Радиоаматор» - 2003г, 2004г, 2005г, 2006г, 2007г,№1-12-2008г.,№1-12-2009г.,№1-12-2010г.,№1-12 -2011г.	по 10.00
«Радиоаматор» №1-12-2012г., №1-12-2013г., №1-12 за 2014г., №1-12 за 2015 г., №1-3 за 2016г.	по 25.00
«Электрик» 2002г., 2003г., 2004г., 2005г., 2006г., 2007г., 2008г., №1-12-2009г.,№1-12-2010г.,№1-12-2011г.	по 10.00
«Электрик» №1-12 за 2012г., №1-12 за 2013г., №1-12 за 2014г., № 1-12 за 2015г.№1-2 за 2016	по 30.00
«Радиокомпоненты» 2007, 2008, 2009г., 2010г., 2011г.,№1- 4-2012г., №1,2,3,4 за 2013г. №1-4 за 2014-2015г.г.	по 30.00

Оформление заказов по системе «Книга-почтой»

Организации

Оплата производится по б/н расчету согласно выставленному счету. Для получения счета Вам необходимо выслать перечень книг, которые Вы хотели бы приобрести, по факсу (044) 291-00-29 или почтой по адресу: издательство «Радіоаматор», а/я 50, Киев-110, 03110. В заявке укажите свой номер факса, почтовый адрес, ИНН и № свидетельства платильщика налога.

Частные лица

Доставка книг осуществляется наложенным платежем (оплата при получении посылки на почте). Стоимость, указанная в прайс-листах, не включает в себя почтовые расходы, что составляет при общей сумме заказа от 1 до 99 грн. – 20 грн., от 100 до 199 грн. – 25 грн., от 200 до 500 грн. – 35 грн. Для оформления заказа Вам необходимо прислать заявку на интересующую Вас книгу по адресу: Издательство «Радиоаматор» («Книга-почтой»), а/я 50, Киев-110, индекс 03110, или сделать заказ по тел./факсу: (044) 291-00-29.

Цены действительны до момента выхода следующего номера. Срок получения заказа по почте 2–4 недели. **Полный прайс-лист смотрите на сайте www.ra-publish.com.ua**